# નિવેદન

---

આપણા દેશી ભાષાના સાહિત્યની અભિવૃદ્ધિ કરવાના સદુદ્દેશથી શ્રીમંત પતિતપાવન મહારાજા સમશેર બહાદૂર, જી. સી. એસ. આઇ, જી. સી. આઇ. ઇ.; એલએલ. ડી. એઓશ્રીએ કૃપાવંત થઇ બે લાખ રૂપિયાની જે રકમ અનામત મુકેલી છે તેના વ્યાજમાંથી " શ્રી સયાજી સાહિત્યમાળા " રૂપે વિવિધ વિષયોને લગતાં પુસ્તકો તૈયાર કરાવવામાં આવે છે.

તદનુસાર આ " વિજ્ઞાનના વિધાયકો " નામનું પુસ્તક પ્રો. છોટાલાલ બાલકૃષ્ણ પુરાણી, એમ. એ. એમની પાસે તૈયાર કરાવવામાં આવેલું; તેને ઉક્ત માળામાં ૨૫૪ મા પુષ્પરૂપે, આથી પ્રસિદ્ધ કરવામાં આવે છે.

| | | |
|---|---|---|
| ભાષાંતર શાખા,<br>પ્રાચ્યવિદ્યામંદિર,<br>તા. ૨૫-૯-૩૭<br>વડોદરા. | મં. ર. મજમુદાર<br>ભાષાંતર મદદનીશ | ભા. કા. ભાટે,<br>વિદ્યાધિકારી,<br>વડોદરા રાજ્ય. |

# અનુક્રમણિકા


| પ્રકરણ | | પાન |
|---|---|---|
| ૧ | એરિસ્ટૉટલ | ૧ |
| ૨ | અલેક્ઝાંડ્રિયાનો સંપ્રદાય | ૨૧ |
| ૩ | રૉજર બેકન | ૪૪ |
| ૪ | કૉપર્નિકસ | ૬૧ |
| ૫ | જૉન કેપ્લર | ૭૫ |
| ૬ | વિલિયમ ગિલ્બર્ટ | ૯૬ |
| ૭ | ગેલિલીઓ ગેલિલી | ૧૧૧ |
| ૮ | રેને ડેકાર્ટ અને નિયામક ભૂમિતિ | ૧૪૪ |
| ૯ | સર આઇઝાક ન્યૂટન | ૧૬૨ |
| ૧૦ | રૉબર્ટ બૉઇલ | ૨૧૧ |
| ૧૧ | આન્દ્રી ઍમ્પીયર અને ચુમ્બક વિજળી | ૨૪૧ |
| ૧૨ | સર હંફ્રી ડેવી | ૨૬૭ |
| ૧૩ | જ્યૉર્જ સાઇમન ઓહ્મ અને તેનો પ્રખ્યાત કાયદો | ૩૦૨ |
| ૧૪ | માઇકેલ ફેરેડે | ૩૪૫ |
| ૧૫ | લૉર્ડ કેલ્વિન અને વ્યવહારમાં કામે લગાડેલું વિજ્ઞાન | ૩૬૭ |
| ૧૬ | વિજ્ઞાન આજનું અને આવતી કાલનું | ૪૦૬ |

# વિજ્ઞાનના વિધાયકો

## એરિસ્ટૉટલ.

### વિજ્ઞાનની શરૂઆત-આયોનિયન સંપ્રદાય

ઇશુખ્રિસ્તના જન્મ પહેલાં સેંકડો વર્ષ પર, વિલાયતના વતનીઓ અજ્ઞાન અને અસંસ્કૃત હતા, ત્યારે ગ્રીસમાં બહુ અજબ જેવી સંસ્કૃતિ આબાદ હતી. શિષ્ટતા, વિદ્વતા તથા યુદ્ધવિશારદતા તેનાં ખાસ લક્ષણ હતાં. વિજ્ઞાનના પ્રથમ ચમકાટ માટે આપણે એ લોકો તરફ નજર કરવી પડશે. એ વાત ખરી છે કે હાલના જમાનાના ધોરણે જોતાં, ગ્રીક લોકો ઘણી રીતે અજ્ઞાન હતા. તેમને મન આપણી પૃથ્વી ચપટી, અને પાણીની મેખલાથી વીંટાયેલી હતી, અને સૂર્ય, પૂર્વથી પશ્ચિમ નિત્ય પોતાના રથમાં બેસી આકાશના પટને ચીરતો એપૉલો દેવ હતો. પણ દરેક ચીજનો આરંભ કાળ તો હોય છે, એટલે ગ્રીક તત્ત્વવેત્તાઓએ આપણને આપેલા અદ્ભુત વિજ્ઞાના વારસાની આપણે જે કિંમત આંકીએ તે ઓછી છે.

આ પુસ્તકમાં તો આપણે માત્ર ગણિત અને ભૌતિક વિજ્ઞાનની જ ચર્ચા કરવાની મર્યાદા રાખીશું. એ વિષયોનું જ્ઞાન સૌથી પહેલું ગ્રીસમાંથી નહિ પણ ઇજિપ્ત, ખાલ્ડીઆ, ફીનીશિઆ, ચીન અને

વળી હિંદમાંથી પણ આવ્યું છે. ગણિતશાસ્ત્રની શરૂઆત ખાલ્ડીઆમાં થઈ જણાય છે. ઇજિપ્તમાં વ્યવહાર અનુભવને પરિણામે મળેલી, કાચી ભૂમિતિનો ઉપયોગ થતો હતો એ વાત ખરી છે; તોપણ એ વિષયોના સિદ્ધાંત અથવા તત્ત્વોની અભિવૃદ્ધિ થઈ તેને વિજ્ઞાનનું સ્વરૂપ નહોતું મળ્યું. જે કાંઈ માહિતી અથવા જ્ઞાનની પ્રાપ્તિ થઈ હતી તે વ્યવહારને અંગે ઉભી થતી જરૂરીઆતના પરિણામરૂપ માત્ર હતી.

મોટા વિસ્તારના પ્રદેશ પર ફરી વળતાં, નીલ નદીનાં નિશ્ચિત સમયે આવતાં પૂરને કારણે, તેના કાંઠાના પ્રદેશોની સાદી માપણી કરવાની જરૂર ઉભી થતી હતી; અને તેને પરિણામે અનુભવ-સિદ્ધ ભૂમિતિની યોજના ઉભી થવા પામી હતી. તારાઓના ઉદય તથા અસ્તનાં અવલોકનોથી એ બે બિંદુઓની બરાબર મધ્યમાં આવેલા પટ પર એક ઉત્તર–દક્ષિણ રેખા મૂકવાનું શક્ય થયું હતું. વળી ૩ : ૪ : ૫ એ પ્રમાણની રેખાઓનું ત્રિકોણ બને એમ ખીલીઓ બેસા તેને ફરતી દોરીઓ બાંધી કાટખૂણાની યોજના થતી હતી. એજ રીતે ફીનિશીયન અને ખાલ્ડીયન લોકો વચ્ચે વેપારને અંગે ચીજોના સીધા વિનિમયની સગવડ માટે ગણત્રીની કોઈક પદ્ધતિની જરૂર પડી હતી અને તેને પરિણામે ગણિતશાસ્ત્રની શરૂઆત થઈ હતી, અને જોડે જોડે નૌચાલનને અંગે કોઈક ખગોળનાં અવલોકનો પણ કરવામાં આવ્યાં હતાં.

આવા બધા અનુભવોની લેખી નોંધો ઘણી થોડી છે. તેમાં અટકળનો અંશ ઘણો હશે; પણ એ વાતની તો શંકા નથી કે ગ્રીકોએ જ આ બધા વિષયોના અભ્યાસની શરૂઆત વિજ્ઞાન તરીકે કરી. તેની અભિવૃદ્ધિમાં તેમનો હેતુ, તેની સીધી ઉપયોગિતા નહિ, પણ સાદી અને સીધી જ્ઞાનપ્રાપ્તિનો જ હતો.

આ કાર્ય માટે ગ્રીકો સ્વભાવથી જ સુયોગ્ય હતા. કુદરતી

રીતે તેઓ બહુ ઉંચી બુદ્ધિવાળા અને બહુ ઝીણું અવલોકન કરવાની શકિત ધરાવતા હતા. તર્ક બાંધવાની શકિત તેમના જીવનમાં સાહજિક થઇ ગઇ હતી. પણ આ બધા ઉપરાંત તે પ્રજામાં મોટા વિચારનાયકો પેદા થયા હતા અને ઉપરના ગુણોને લઇ તેઓ વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં ભારે પ્રગતિ કરવા શકિતમાન થયા હતા.

એ ગ્રીકોમાં સૌથી આગળ પડતા આયોનિયનો હતા. ગ્રીકોના બીજા ગુણો ઉપરાંત તેમનામાં સાહસનો પ્રેમ, હતો. એ સાહસપ્રેમને પરિણામે, તેઓ પોતાનું વતન છોડી વસાહતો વસાવવા પ્રેરાતા. આથી તેઓ બીજી પ્રજાઓના તેમજ તેમની સંસ્કૃતિના સંસર્ગમાં આવતા હતા. બ્યાજબી રીતે આયોનીઆના દર્શનના સ્થાપક ગણાતા માઇલેટસના થેલ્સે ઇ. સ. પૂર્વે ૬૪૦ ? કે ૫૫૦ ? માં ગણિત અને વિજ્ઞાનનો પ્રેમ કેળવવાની શરૂઆત કરી.

એને વિષે આપણને એમ કહેવામાં આવે છે કે ધંધાને કારણે તેને ઇજીપ્ત જવાનું થયું અને ત્યાં તેણે ઘણાં વર્ષ ગાળ્યાં. તે માઇલેટસ પાછો ફર્યો ત્યારે ઇજીપ્તનાં વિજ્ઞાન માટે તેના દિલમાં એટલો તો ઉત્સાહ પેદા થયો હતો કે તેણે વેપાર છોડી દીધો અને પોતાના જીવનનો શેષ રહેલો ભાગ એ વિજ્ઞાનદર્શનના અભ્યાસમાં ગાળ્યો. પરિણામે તેણે ગ્રીકોને ભૂમિતિ અને ખગોળના ગંભીર અભ્યાસનો પરિચય કરાવ્યો. આ વિષયમાં એની જાણવા જોગી કાર્યસિદ્ધિ ઇ. સ. પૂ. ૫૮૫ ના મેની ૨૮ મી તારીખે થનાર સૂર્યગ્રહણની તેણે કરેલી આગાહી હતી. વળી ઘર્ષણથી અંબરમાં આવતા વિજળીના ધર્મનાં અવલોકનો ઉપરથી તેણે વિજળીના અભ્યાસનું પણ ખાતમુહૂર્ત કર્યું હતું.

એના પછી થનાર વૈજ્ઞાનિકોમાં આપણે એનેક્ષિમેંડર, એનેક્ષિમેનીસ અને વધારે ખાસ રીતે તો સેમોસના પાયથાગોરાસનો નિર્દેશ કરી શકીએ એમ છે. ( ઇ. સ. પૂ. ૫૭૨ થી ૪૯૭ ? )

## પાયથાગોરસનો સંપ્રદાય.

તુલનાત્મક દૃષ્ટિએ જોતાં પાયથાગોરસ તથા તેણે સ્થાપેલો સંપ્રદાય ગણિતશાસ્ત્ર તથા વિજ્ઞાનની જબરી પ્રગતિનું સીમાચિહ્ન થઇ પડે છે. બધી ઘન આકૃતિઓમાં ગોળો એ સૌથી વધારે પૂર્ણ આકૃતિ છે એમ દલીલ કરી, તે ઉપરથી પૃથ્વી, સૂર્ય તથા ચંદ્ર એ બધાં ગોળાકાર છે એમ જાહેર કરનારા વિચારકોમાં પાયથાગોરસના અનુયાયીઓ પહેલા હતાં. પણ સરાસરી શાળામાં ભણતા વિદ્યાર્થીને તો કાટખૂણ ત્રિકોણની બાબતમાં તેણે કરેલી શોધને કારણે પાયથાગોરસ વધારે પરિચિત છે. કારણ કે તેનું એ પ્રમેય 'પાયથાગોરસના પ્રમેય' તરીકે જાણીતું છે. એ પ્રમેયની યુક્લીડે આપેલી તથા શાળાઓમાં શીખવવામાં આવતી સાબીતી એ તો યુક્લીડની પોતાની જ શોધ હતી, પણ પાયથાગોરસે ઘણે ભાગે જે પુરાવાનો ઉપયોગ કર્યો હશે તેની રૂપરેખા આપવી અસ્થાને નહિ ગણાય.

अ य क ड એ સમબાજુ ચતુષ્કોણથી શરૂ કરી આપણે તેને इपदय અને गपडफ એવાં બે સમબાજુ ચતુષ્કોણ અને अगपइ તથા पफकड એવાં બે સરખા કદનાં લંબચતુષ્કોણમાં વિભાગી શકીએ છીએ. હવે ग તથા इ બિંદુઓને જોડો. હવે આપણે કહી શકીએ કે:—

अय² = इप² + गप² + ४ A अगइ.........(१)
પણ यल ને मक, गड અને अइ ની બરાબર કરો.

આમ કરતાં गइलम એ આકૃતિ સમબાજુ કાટખૂણ ચતુષ્કોણ થાય છે તથા अगइ, यइल, कलम, અને गडम એ બધાં ત્રિકોણો સરખાં છે એ જોવું સહેલ છે.

આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે:—

अव$^२$ = गइ$^२$ = ४ △ अगइ (२)

(१) તથા (२) સમીકરણોને સાથે મૂકતાં

गइ$^२$ + ४ △ अगइ = इप$^२$ + गप$^२$ + ४ △ अगइ

(१) તથા (२) સમીકરણોને ભેગાં કરતાં

गइ$^२$ + ४ △ अगइ = इप$^२$ + गप$^२$ + ४ △ अगइ

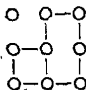
અને તે ઉપરથી

गइ$^२$ = इप$^२$ + गप$^२$

જે આપણું પ્રમેય સિદ્ધ કરે છે.

પાયથાગોરાસે અંકોના અભ્યાસમાં કરેલી મોટી પ્રગતિ ખરેખર બહુ ઉત્તેજક હતી. એના એ વિષયના વિવરણમાં આપણને ભૂમિતિ તરફનો એનો ઝોક સાફ જણાય છે. બધા અંકો એકી કે બેકી ગણાતા અને એકી સંખ્યા ‘ ગ્નોમોનિક ’ કહેવાતી. જોડે આપેલી આકૃતિમાંથી નાનો સમચતુષ્કોણ ग प फ ड બાદ કરતાં જે अ ब क फ प ग એવી આકૃતિ રહી તે ‘ ગ્નોમન ’ કહેવાતી. એકી અંકોની પાયથાગોરાસની યોજના કેવી હતી તે હવે આપણે જોઇએ.

“ ૧ ” એ સંખ્યાને આમ ० એક મીંડાથી દર્શાવી ધારો કે તેની જોડે આપણે બીજાં ત્રણ મીંડાં એવી રીતે ઉમેરીએ કે તે ચારે મીંડા મળી એક સમબાજુ ચતુષ્કોણ થાય તો હવે આપણી પાસે ૧ + ૩ મીંડા થયાં અને તે ૨$^૨$ ની બરાબર થાય છે.



૧ + ૩ = ૨$^૨$. હવે એકએકથી સરખે અંતરે આવે એમ બીજાં પાંચ મીંડા ઉમેરો. આમ કરતાં મૂળ આકૃતિમાં તમે એક ‘ ગ્નોમન ’ ઉમેર્યું છે એમ તમને જણાશે. અને તેમ કરતાં ૧ + ૩ + ૫ = ૩$^૨$ આપણને પ્રાપ્ત થાય છે.

સરખે અંતરે સાત મીંડાં ઉમેરતાં એના પછીનું ' નોમન ' પ્રાપ્ત થાય છે; અને તેમ થતાં $૧ + ૩ + ૫ + ૭ = ૪^{૨}$ મળે છે. અને એમને એમ આગળ વધાય છે. આની સામાન્ય સારણી:

$$૧ + ૩ + ૫ + ૭ \ldots\ldots + ( ૨ન - ૧ ) = ન^{૨}$$

૧ થી ૨ન – ૧ સુધીનાં ' નોમનો 'ના સરવાળાને પાયથાગોરાસે વર્ગ સંખ્યા કહેલ છે અને બે વર્ગ સંખ્યાઓની બાદબાકીની રકમને તે એકી રકમ ગણતો હતો. નીચેનાં સમીકરણ ઉપરથી એ વાત સ્પષ્ટ થાય છે:—

$$૧ + ૩ + ૫ + ૭ \ldots\ldots + ( ૨ન - ૧ ) = ન^{૨}$$

હવે તેમાં ત્યાર પછીની એકી રકમ એટલે કે ૨ન + ૧ ઉમેરો.

$$૧ + ૩ + ૫ + ૭ \ldots\ldots + (૨ન + ૧) = (ન + ૧)^{૨}$$

એટલે કે $( ન + ૧ )^{૨} = ન^{૨} + ( ૨ન + ૧ )$ અને

$$( ન + ૧ )^{૨} - ન^{૨} = ૨ન + ૧$$

અને તેમ કરતાં એ વર્ગ સંખ્યાની કે રીત બાદબાકીની રકમ આપણને ૨ન + ૧ એવી એકી રકમ મળે છે.

ધ્વનિના અભ્યાસની શરૂઆત માટે પણ આપણે પાયથાગોરાસના જ ઋણી છીએ. એ બાબતમાં પ્રચલિત કથા એવી છે કે લુહારની દુકાન પાસે થઈને જતાં એરણું પર હથોડાના પછડાવાથી પેદા થતા સંગીતમય ધ્વનિ તરફ તેનું લક્ષ ખેંચાયું. પછીથી એકજ ધાતુના તથા એકજ લંબાઈ અને જાડાઈના તારને ખેંચવા માટે વપરાતાં બોજાની બાબતમાં પાછળથી પ્રયોગો કરતાં જણાયું કે મધ્યમ, પંચમ અને સપ્તક ગાળા વાળા સૂરો કાઢવા માટે તાર પરના બળ $૧ : \frac{૩}{૪} : \frac{૨}{૩} : \frac{૧}{૨}$ એ પ્રમાણમાં લેવાં પડતાં હતાં. વળી જુદી જુદી લંબાઈના ખેંચેલા તારો ઉપર પણ તેણે પ્રયોગો કર્યા અને તેમ કરતાં તેને જણાયું કે સમક પેદા કરવા માટેનો

લંબાઇનું પ્રમાણ ૨ : ૧, પંચમ પેદા કરવા માટેનું પ્રમાણ ૩ : ૨ અને મધ્યમ પેદા કરવા માટે ૪ : ૩ નું પ્રમાણ આવે છે.

### ૩. પ્લેટો અને તેની પાઠશાળા.

વખત જતાં ગ્રીક વિદ્યાનું કેંદ્ર આયોનિયા તથા દક્ષિણ ઇટાલીમાંથી ખસી એથન્સમાં ગયું. આ સ્થળે અમર સોક્રેટીસ પોતાનું તત્ત્વજ્ઞાન ચિંતતો અને ઉપદેશતો હતો. તેના શિષ્યવર્ગમાં પ્લેટો હતો. તેના ગુરુ પેઠે ગ્રીસના ઉમદા પુત્રોમાંના મોટામાં મોટા તરીકે ઓળખાવા તે નિર્માણ થયો હતો. પ્લેટોએ એથન્સમાં પોતાની એક શાળા સ્થાપી હતી. તે શાળા એક સુંદર કુંજમાં હતી. તેમાં ઝાડની ઘટાઓમાં બેઠકો તથા ફરવાની કુંજગલીઓ હતી. અહીં તે રોજ પોતાની શિષ્યમંડળી સાથે વાર્તાલાપ કરતો અને ત્યાંજ તેણે સંખ્યાબંધ સંવાદો રચી લખી નાખ્યા હતા. તેને માટે તે યોગ્ય રીતે પ્રખ્યાત છે. પ્રાચીન કાળમાં તે સ્થળે 'એકેડેમસ' નામનો એક વીરપુરૂષ રહેતો હતો, પણ તેની યાદદાસ્ત સાવ ભુલાઇ ગઇ હતી. એ વીરપુરૂષના નામ ઉપરથી એ શાળાને 'એકેડેમી' એવું નામ આપવામાં આવ્યું હતું.

આ સ્થળે પ્લેટોના જીવનનો વિગતવાર અહેવાલ આપવાનો અમારો હેતુ નથી. તત્ત્વજ્ઞ તરીકે તે મહાન હતો, પણ " વૈજ્ઞાનિક ઇતિહાસના જનક "નું પદ તેને વ્યાજબી રીતે આપી શકાય નહિ. તોપણ પ્લેટો ભૂમિતિવિજ્ઞાનનો અભ્યાસી તેમજ પ્રેમી હતો. તેણે પોતાની પાઠશાળાના દ્વારપર મોટે અક્ષરે નીચેનો લેખ લખાવ્યો હતો:—

' ભૂમિતિ અને ગણિતનો શોખ ન હોય એવા આદમીએ અહીં પ્રવેશ કરવાની ધૃષ્ટતા કરવી નહિ. '

આથી આપણે એરિસ્ટૉટલને પ્લેટોની પાઠશાળામાં એક વિદ્યાર્થી તરીકે દાખલ થતો જોઈએ છીએ. એ પાઠશાળામાં વીશ વર્ષ સુધી એણે ખૂબ ખંતથી અભ્યાસ કર્યો અને તેમ કરી વિજ્ઞાનના ઇતિહાસનું ઘડતર ઘડનાર તરીકેની પોતાની મહાન કારકીર્દિનો સંગીન પાયો તેણે નાંખ્યો. એવી વાત પ્રચલિત છે કે તેની જ્ઞાનપિપાસા એટલી બધી હતી કે અભ્યાસને ખાતર તે ઘણીવાર રાતે નિદ્રાનો ત્યાગ કરતો. ડાયોજીનીસ લેઅર્ટિસ કહે છે કે પોતાની નિદ્રાનો સમય ઘટાડી અને તેટલો ઓછામાં ઓછો કરવા માટે તે પોતાની પથારી પાસે એક પિત્તળનું વાસણ મૂકી રાખતો અને જ્યારે તે સુતો સુતો વાંચવા આડો પડતો ત્યારે પોતાનો હાથ લાંબો કરી તે વાસણ પર રાખતો અને તેની પર સીસાનું વજન મૂકતો. આમ વાંચતાં વાંચતાં તેને ઝોકું આવી જતું ત્યારે નિદ્રાથી જડ થયેલા તેના હાથમાંથી પેલું વજન પડી જતું અને તેના પડવાથી તે વાસણ ખખડી ઉઠતું અને તેમ થતાં તેના ખખડાટથી તે જાગી ઉઠતો.

એ જ લેખક વળી આપણને કહે છે કે ઘેરાં જેવો અવાજ, નાની આંખો તથા પાતળા પગ હોવા છતાં એ યુવાન પોતાના પહેરવેશ તથા દેખાવ માટે બહુ કાળજી રાખતો હતો. ટુંક સમયમાં તે સમયે તે પાઠશાળામાં ભણતા યુવાનોમાંના સૌથી વધારે તેજસ્વી વિદ્યાર્થીના અગ્રગણ્ય પદપર તે સ્થિર થયો. પાઠશાળાના બધા વિદ્યાર્થીઓ તેના તરફ માનની નજરે જોતા અને એમ કહેવાય છે કે ચર્ચામાં પ્લેટોના પોતાના મંતવ્ય કરતાં, તેના ખાનગી અભિપ્રાયને તેઓ વધારે પસંદગી આપતા.

ઇ. સ. પૂર્વે ૩૪૭ માં પ્લેટોનું મરણ થતાં એ પાઠશાળાનું મુખીપણું તેના ભત્રીજા સ્પ્યુસિપસને હાથે ગયું અને ઘણું કરીને એ જ કારણને લઇ પોતાના એક જોડીઆ વિદ્યાર્થી ઝેનોક્રેટીસના

સામમાં એરિસ્ટૉટલે એથન્સ છોડયું. તેઓ, એશિયામાઇનોરમાં રહેતા એરિસ્ટૉટલના વાલી એટર્નિયસને ત્યાં, ગયા. ત્યાં તે પ્રદેશના નામાંકિત રાજ્યકર્તા હર્મીયાસ જોડે તેની દોસ્તી બંધાઇ. પાછળથી તે રાજાની ભત્રીજી પીથીઆસ જોડે તે લગ્નગાંઠથી જોડાયો હતો. ત્યાર બાદ ટુંક સમયમાંજ હર્મીયાસ માર્યો ગયો, અને ઝેનોક્રેટીસ એથન્સ પાછો ફર્યો જ્યારે એરિસ્ટૉટલ અને તેની પત્ની મીટીલેન ગયાં. અહીં મેસીડોનના રાજા ફિલિપની તેમના પર મહેરબાની થઇ, અને તેના કહેણને માન આપી આપણો યુવાન ફિલસુફ એરિસ્ટૉટલ, પ્રતિહાસમાં 'મહાન અલેગ્ઝાંડર' નામથી જગવિખ્યાત થયેલા તેના યુવાન કુમાર અલેગ્ઝાંડરનો શિક્ષક નીમાયો.

રાજા ફિલિપના યુવરાજ પર તેના શિક્ષકના પ્રભાવની કેટલા પ્રમાણમાં અસર થઇ હતી તે કાંઇ જણાતું નથી, પણ તે બંનેના સહવાસથી રાજા ફિલિપને સંતોષ થયો હતો એ તો નિઃસંદેહ વાત છે; કારણ કે આપણા વાંચવામાં આવે છે કે એરિસ્ટૉટલપરના પ્રેમ અને કૃતજ્ઞતાને વશ થઇ, રાજા ફિલિપે તે સમયના યુદ્ધોના હંગામામાં ખંડિયેર થઇ પડેલા તેના જન્મભૂમિના નગર સ્ટેજીરાને ફરીથી બંધાવવાનો હુકમ કર્યો હતો.

## પેરિપેટેટિક સંપ્રદાય

ઇ. સ. પૂર્વે ૩૩૬ માં રાજા ફિલિપનું ખૂન થયું અને અલેગ્ઝાંડરને તેના પિતાની મેસીડોનીઆની ગાદી સમાલવાનું કહેણુ આવ્યું. આમ થતાં રાજગુરૂ તરીકેના એરિસ્ટૉટલના કાર્યનો ઓચીંતો અંત આવ્યો અને નવા રાજાની બહુ પ્રેમભરી વિદાય લઇ તે એથન્સ પાછો ફર્યો. આજ વખતે સ્પ્યુસિપસનાં મરણથી પ્લેટોની પાઠશાળાનું મુખીપણું વળી પાછું ખાલી પડયું હતું. એરિસ્ટૉટલ

પોતાને તે સ્થાન પ્રાપ્ત કરવા માટે પુરતો હકદાર માનતો હતો, પણ તેને ટાળી એ સ્થાન ઝેનોક્રેટીસને આપવામાં આવ્યું, એ ઉપરથી એણે એક સ્વતંત્ર સંસ્થા ઉભી કરી. એપોલો લાયસીઅસના મંદિર જોડેનો લાયસીયમ નામથી ઓળખાતો ટુકડો તેણે એ કામ માટે પસંદ કર્યો અને અહીં તેણે તેની નવી પાઠશાળા સ્થાપી. એ સંસ્થાને શરૂ થતાં જ પૂર્ણ સફળતા મળી. થોડા જ સમયમાં પ્લેટોની પાઠશાળા " એકેડેમી "ના સૌથી આગળ પડતા સભ્યો તેની જોડે જોડાયા; અને ત્યારપછીનાં બાર વર્ષ સુધી તે લાગ-લગટ અભ્યાસની લગભગ બધી શાખાઓમાં શોધખોળ અને તર્ક બાંધવાના કામમાં લાગ્યો રહ્યો. તેણે તે સમયે કરેલી શોધખોળોના વર્ચસ્વની મહોરછાપ ત્યારપછીનાં અઢાડસો વર્ષ સુધી પાશ્ચાત્ય દુનીઆ-પર રહેલી છે.

લાયસીયમના પ્રવેશદ્વાર આગળ એક આવરેલો દ્વારમંડપ હતો; અને ત્યાંથી ઝીણી કાંકરી છાટેલો બન્ને બાજુ વૃક્ષોવાળો રસ્તો હતો. એરિસ્ટૉટલની એવી ટેવ હતી કે તે પોતાના શિષ્યોને લઇ આ કુંજ માર્ગ પર ઉપરનીચે આંટા મારતો અને તેમ કરતાં અભ્યાસ માટે નજર આગળ તરી આવતાં વિવિધ પ્રશ્નોની તેમની જોડે ચર્ચા કરતો. એવા દ્વારમંડપને કારણે તેની પાઠશાળા " પેરિ-પેટેટિક શાળા " કહેવાતી, કારણ કે ગ્રીક ભાષામાં દ્વારમંડપ માટેનો શબ્દ " પેરિપેટોસ " છે; અને તેના અનુયાયીઓ " પેરિ-પેટિક " ફિલસુફો કહેવાતા હતા.

એમ જણાય છે કે પાછલાં વર્ષોમાં એરિસ્ટૉટલને રાજા જોડે અણબનાવ થયો. એ અણબનાવનું કારણ પોતાના એક દૂરના સગા કેલીસ્થનીસમાં તેણે લીધેલો રસ અને તેને આપેલો ટેકો હોય એમ જણાય છે. જણાય છે કે એ કેલીસ્થનીસને એરિસ્ટૉટલે

કર્યો તથા ભણાવ્યો હતો. તેની જ ભલામણથી તે કેલીસ્થનીઝને પોતાના ઇતિહાસલેખક તરીકે એલેગ્ઝાંડરે સ્વીકાર્યો હતો; પણ એક સભ્ય દરબારીનો ભાગ ભજવવાને બદલે તેણે પોતાના ખરા અભિપ્રાયો જરા વધારેપડતી છુટથી દર્શાવ્યા અને જીતેલા ઇરાનીઓ પાસેથી બળજબરીએ તેણે પોતાનો પૂજાવિધિ કરાવ્યો હતો તેવો પોતાની મેસીડોનીઆની પ્રજા પાસે કરાવવાના તેના યત્નોને તેણે ખુલ્લા શબ્દોમાં ધુત્કારી કાઢયા હતા.

અલેગ્ઝાંડરે કેલીસ્થનીસનું કાસળ કાઢવાનો નિશ્ચય કર્યો. રાજાનો જાન લેવાના એક કપોલકલ્પિત કાવત્રામાં ભાગ લેવા બદલની શંકા આવવાનો આરોપ તેનીપર મૂકવામાં આવ્યો; અને તેનો વધ કરવામાં આવ્યો. એમ કહેવાય છે કે આથી અલેગ્ઝાંડર તથા એરિસ્ટૉટલ વચ્ચે જીવતા જાગતાં વેરનો ગાળો શરૂ થયો. ઇ. સ. પૂર્વે ૩૨૩ માં અલેગ્ઝાંડરનું મરણ થયું ત્યારે જ તે પૂરો થયો.

અલેગ્ઝાંડરના મરણ પછી મેસીડોનીયનોની સામે આથીનીયનોનો બળવો થયો અને તેને પરિણામે એરિસ્ટોટલની આખરી પડતી થઇ. અલેગ્ઝાંડર જોડે તેને અણબનાવ હતો છતાં આમ લોકો તો ગતરાજા અલેગ્ઝાંડર તથા તેના પિતા ફિલિપ એ બન્ને જોડેના તેના મૈત્રીભર્યા સંબંધને જ યાદ કરતા હતા; પણ હવે તો દેવોતરફ અશ્રદ્ધા બતાવવાના આરોપનું ઓઠાનું તેને માથે મુકી, તુરત તેનો શિરચ્છેદ કરવાની તેમણે ધમકી આપી. આથી તે પોતાની શિષ્યમંડળી સાથે કૅલ્ચિસ જવા ચાલી નીકળ્યો. એ પછીની સાલમાં ૬૨મા વર્ષમાં તેનું અવસાન થયું ત્યાં સુધી તે તેજ સ્થાને રહ્યો.

એરિસ્ટૉટલનાં બે વાર લગ્ન થયાં હતાં. પહેલીવાર પીથિઆસ જોડે અને તેના મરણ પછી હર્પિલીસ જોડે. તેની બીજીવારની

પત્ની તેના મરણબાદ જીવતી રહી હતી. તેનાથી તેને નાઇકોનેકસ નામનો પુત્ર તથા એક પુત્રી એમ બે સંતાન થયાં હતાં. તેનાં બંને પરસ્પર સુખી હતાં. તેનું છેલ્લું વસીયતનામું મોજૂદ છે. તેમાં તેણે એવી વિનંતિ કરી છે કે તેનાં તેમજ તેની પહેલીવારની પત્ની પીથિયાસનાં અવશેષ એકજ કબરમાં સાથે દાટવાં. આ વસીયતનામું તેના પ્રથમ લગ્નની સફળતા તથા હર્પિલિસની ભલાઇના પ્રમાણપત્ર-રૂપ છે. વળી તે વસીયતનામામાં તેણે તેના અનેક નોકરો તથા મિત્રો માટે વિવિધ ચીજો તેના મરણબાદ આપવાના ઉલ્લેખો કર્યા છે તે ઉપરથી જણાય છે કે મરણ સમયે પૈસે ટકે તેની સ્થિતિ સારી હતી.

એમ કહેવાય છે કે તેના મરણ પછી તેના જન્મસ્થાન સ્ટેજીરાના વતનીઓએ તેની યાદગીરીમાં સમાધિઓ બંધાવી હતી અને તેને દેવના જેટલું માન આપ્યું હતું.

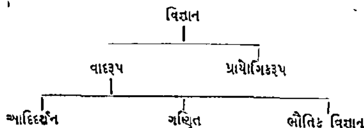
## ૬. એરિસ્ટૉટલનાં વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકો તથા શિક્ષણ

આ મહાન તત્ત્વજ્ઞનાં કેટલાંક મંતવ્યો અને શિક્ષાવચનોનો આપણે વિચાર કરીએ. તેના અભ્યાસ તથા લેખનના વિષયોનો મોટો ભાગ રાજ્યનીતિ, ધર્મશાસ્ત્ર તથા તત્ત્વજ્ઞાનનો હોવાથી આ પુસ્તકની મર્યાદાની બહાર રહે છે. એ બધા વિષયો પર એરિસ્ટૉટલનો ખૂબ પ્રભાવ પડેલો છે. પણ આપણે તો અહીં ગણિત તથા યંત્રશાસ્ત્ર-પરના તેના પ્રભાવની જોડે નિસ્બત છે.

ખરું પૂછાવો તો તેનો મુખ્ય ફાળો તો જીવવિદ્યાના ક્ષેત્રમાં જ હતો. એ ક્ષેત્રમાં તે ખરેખર સર્વોત્કૃષ્ટ હતો. એ વિષયમાં વિવિધ નમુનાઓ એકઠા કરવાના તથા તેમને અનુકૂળ સમૂહો પાડી ગોઠવવાના ચકવી નાંખે એવા કામમાં તેણે બતાવેલી કાળજી તથા તેનાં વર્ણનોની વૈજ્ઞાનિક કાર્યક્ષમતા જોઇ આપણા મનમાં તેને માટે આદર અને પ્રશંસાનો ભાવ પેદા થયા વગર રહેતો નથી.

ત્યારે તે આપણને શું શીખવે છે? એરિસ્ટૉટલને એ તો સમજાયેલું કે સાફ અને વ્યવસ્થિત વિચાર માટે વિજ્ઞાનના વર્ગીકરણની કાંઇ યોજના કરવી જરૂરી છે; અને પરિણામે તેણે વિજ્ઞાન માત્રના (૧) વાદ તથા (૨) પ્રાયોગિક અથવા પ્રત્યક્ષ એવા બે મોટા વિભાગ કરી નાંખ્યા. પહેલો વિભાગનો હેતુ "ભણવાનો" અથવા માહિતી મેળવવાનો છે, પણ બીજાનો હેતુ 'કાંઇ કરવાનો" અથવા "કાંઇ કરવા માટે જ્ઞાન મેળવવાનો" છે.

ત્યારપછી એરિસ્ટોટલે તેના પહેલા વિભાગ વાદરૂપ વિજ્ઞાનના ત્રણ ઉપવિભાગ પાડયાઃ પહેલો ઉપવિભાગ "આદિદર્શન"નો (ફર્સ્ટ ફિલોસોફી), બીજો ગણિતનો, અને ત્રીજો ભૌતિક વિજ્ઞાનનો હતો. એરિસ્ટોટલે કરેલું વિજ્ઞાનનું વર્ગીકરણ કોઠાના રૂપમાં નીચે પ્રમાણે બતાવી શકાયઃ




તેના ભૌતિક વિજ્ઞાનના વિવરણને જોતાં અને આ શબ્દ તે શબ્દને તેના વિશાળમાં વિશાળ અર્થમાં લેતાં આપણને જણાય છે કે એ વિષયમાં એરિસ્ટૉટલે જે જે લખ્યું છે તેમાં ખરેખરા તથ્યનું તથા આપણને હાલમાં અર્થવિહીન ભાસતાં તત્ત્વોનું જાણવાજોગ મિશ્રણ છે.

તેની માન્યતા મુજબ, આ પૃથ્વીના તમામ પદાર્થ પૃથ્વી,

પાણી, અગ્નિ અને વાયુ એવાં ચાર તત્ત્વોનાં બનેલાં છે. આકાશી પદાર્થો માટે તેણે એક પાંચમું તત્ત્વ કલ્પ્યું હતું. કહેવાનો ભાવાર્થ એવો છે કે તેણે "આકાશીપદાર્થ" તથા "પાર્થિવપદાર્થ" વચ્ચે દુર્ગમભેદ કલ્પ્યો હતો; અને તે બંને વચ્ચેના મૂળભતભેદ તરીકે તેણે એવો ખ્યાલ રજૂ કર્યો હતો કે આકાશીપિંડોની કુદરતી ગતિ હમેશાં ગોળ હોય છે, જ્યારે પાર્થિવપિંડો સીધી લીટીમાં ગતિ કરવાનું વલણ બતાવે છે.

પાર્થિવપદાર્થ ચાર તત્ત્વોના બનેલા છે એમ કહેવાનો એવો અર્થ થાય કે એ ચાર તત્ત્વોનાં વિવિધ શક્ય સંયોગો અને વિયોગોથી વિવિધ પદાર્થ પેદા થાય છે. આકાશી પદાર્થોની બાબતમાં તેમ નથી, કારણ કે તેની ઘટનામાં તો માત્ર એકજ પાંચમું તત્ત્વ આવે છે. આથી સૂર્ય કે ગ્રહોમાં વિકાર જેવું કાંઇ હોઇ શકે નહિ અને તેમની સમતામાં કાંઇ તૂટ પણ હોઇ શકે નહિ. ગેલેલીઓના દૂરબીને ચંદ્રની સપાટી પર વિષમતાની રેખાઓ બતાવી તથા સૂર્ય પર ધાબાં બતાવ્યાં અને કેટલાક તારાઓમાં રૂપવિકાર બતાવ્યો ત્યારે એરિસ્ટૉટલના મંતવ્યોમાં શ્રદ્ધા ધરાવનારાઓને હચમચાવી નાંખે એવો આઘાત થયો તેમાં કાંઇ નવાઇ પામવા જેવું નથી.

એરિસ્ટૉટલે વળી એક પ્રકારના ગુરુત્વવાદની કલ્પના કરી, તેની કાંઇક અંશે ખીલવણી પણ કરી હતી. પ્લેટોએ આની અગાઉ એવી કલ્પના કરી જોઇ હતી. તેનો ખ્યાલ એવો હતો કે પદાર્થોની નીચેની ગતિ, ખરું જોતાં પૃથ્વીના કેંદ્ર તરફ થતી ગતિ હતી અને દરેક નાનો પિંડ તેજ દ્રવ્યના બીજા મોટા પિંડોથી આકર્ષાવાનું વલણ બતાવતો હતો. આમ હોવાથી પથરો પૃથ્વી તરફ પડે છે. પણ વરાળ તેની ઉપર આવેલાં વરાળના મોટા સમૂહો તરફ જવાનું વલણ

દેખાડે છે. ઍરિસ્ટૉટલ, આ સમજૂતિ ન સ્વીકારતાં પદાર્થ માત્રના "ભારે" અને "હલકા" એવા બે પ્રકાર પડી જાય છે એ વાતપર ભાર મુકતો હતો. " ભારે " પદાર્થોનું કુદરતી વલણ નીચે એટલે પૃથ્વીના કેંદ્ર તરફ જવાનું હોય છે, જ્યારે " હલકા " પદાર્થનું વલણ કુદરતી રીતે ઉપર તરફ એટલે પૃથ્વીના કેંદ્રથી દૂર જવાનું હોય છે. વળી વધારે ભારે પદાર્થ તેનાથી ઓછા ભારે પદાર્થ કરતાં પૃથ્વીના કેંદ્રની પાસે વહેલા જવાનું વલણ ધરાવે છે. દાખલા તરીકે પૃથ્વી, પાણી કરતાં ભારે હોવાથી, પાણી પૃથ્વીની સપાટીની ઉપર હોય એમ આપણે ધારી શકીએ અને ખરેખર છે પણ તેમજ. પણ એ બંને પદાર્થ " ભારે પદાર્થ "ના વર્ગમાં આવી જાય છે. બીજી બાજુ અગ્નિ અને હવા બંને " હલકા પદાર્થ "ના વર્ગના છે અને તેથી તેમનું કુદરતી વલણ ઊંચે જવાનું છે, તો પણ અગ્નિ, હવા કરતાં હલકો હોવાથી, હવા પાણીની ઉપર છે અને અગ્નિ હવાની ઉપર અને તેથી આકાશી પ્રદેશની વધારે પાસે હોય છે. આ વાદમાં કલ્પનાને સ્પર્શવાની શક્તિ છે તેથી કોઈએ તેનો ઝાઝો વિરોધ કર્યો નહિ.

ગતિના અભ્યાસની ઍરિસ્ટૉટલની વ્યવસ્થા બહુ જાણવા જેવી છે. આપણે આગળ જોઈ ગયા કે તે બે પ્રકારની કુદરતી ગતિઓની વાત કરે છે—આકાશી પદાર્થો માટે ગોળ ગતિ અને પાર્થિવ પદાર્થો માટે સીધી લીટીમાં થતી ગતિ. પણ તેણે પાર્થિવ પદાર્થની જે રીતે ચર્ચા કરી છે તેને વળગી રહેતાં જણાય છે કે તે ગતિ માત્રના " કુદરતી " અને " કૃત્રિમ " એવા બે વર્ગ પાડે છે. આકાશી પદાર્થોની બાબતમાં આવા વર્ગીકરણની જરૂર નહોતી, કારણ કે ઍરિસ્ટૉટલની કલ્પના મુજબ તેમની ગતિ તો કુદરતી અને પૂર્ણ જ હોઈ શકે અને તેથી તેઓ હમેશાં ગોળ માર્ગમાં જ ફરતા રહે. " પતન " એ કુદરતી ગતિ હતી.

એટલી બધી કુદરતી કે " પડતી ચીજો 'ની ગતિવૃદ્ધિ થતી હતી. બહારના કોઇ પ્રતિનિધિ દ્વારા કોઇ પિંડને મળતી ગતિ તે " કૃત્રિમ ગતિ. ' એવી કૃત્રિમ ગતિ લાંબો સમય ચાલુ રહી શકતી નહિ. કોઇ પથ્થરને ફેંકવામાં આવે છે ત્યારે તેને કૃત્રિમ ગતિ આપવામાં આવે છે, અને તે ગતિ કુદરતની વિરૂદ્ધ હોવાથી જલદી ઘટતી જાય છે અને પથ્થર આખરે ગતિહીન થઇ જાય છે. આ સમજૂતિમાં આપણને જડત્વના સિદ્ધાંતની ઝાંખી થાય છે.

પડતી ચીજોમાં ગતિવૃદ્ધિ કેમ થાય છે તે બાબતની એરિસ્ટૉટલની સમજૂતિ બહુ જાણવા જેવી છે. ગતિવાન પિંડનો બીજી કોઇ ચીજ જોડેનો સંસર્ગ તેની ગતિના કારણરૂપ છે. જેમ એ સંસર્ગ વધારે દૃઢ અને ચાલુ તેમ પડતા પિંડની ગતિ વધારે કુદરતી એટલું જ નહિ પણ તેની ગતિમાં વૃદ્ધિ પણ થાય. પડતી ચીજો તો હમેશાં હવાના સતત સંસર્ગમાં રહે છે. આ સંસર્ગ તેનામાં ગતિ પેદા કરે છે એટલું જ નહિ, પણ તેની ગતિમાં વૃદ્ધિ પણ કરે છે. આની ઉપરથી જ તેનો પેલો જાણીતો મત ઉભો થયો છે કે કોઇ પણ પિંડની ગતિવૃદ્ધિનો આધાર માત્રા અથવા દ્રવ્યસમુચ્ચય ઉપર છે. જેમ માત્રા મોટી તેમ તેની ગતિવૃદ્ધિ વધારે. તેની સાદામાં સાદા પ્રયોગથી જેનું ખોટાપણું સિદ્ધ કરી શકાય એવો ખોટો આ મત સૈકાઓ સુધી માન્ય થઇ ટકી રહ્યો. એ ખરેખર બહુ અજબ જેવી વાત છે. એરિસ્ટૉટલે સ્થાપેલા સિદ્ધાંત કેવી આબાદ રીતે તે સમયની સુધરેલી દુનીઆ પર પોતાનું વર્ચસ્વ જમાવી શક્યા હતા તેનું આ મઝેદાર ઉદાહરણ છે.

" કુદરતને શૂન્ય અવકાશનો ભારે અણગમો છે " એ મશહૂર સૂત્રની રચના પણ એરિસ્ટૉટલને જ આભારી છે.

ઍરિસ્ટૉટલે યંત્રશાસ્ત્રમાં જે કાંઇ કામ કર્યું છે તેની બાબતમાં એક જ મુદ્દો નિર્દેશ કરવા જેવો છે, અને તે તેના " બળના સિદ્ધાંત "ને લગતો છે. બે બળ એક એકને કાટખુણે કાર્ય કરતાં હોય તેવા ખાસ પ્રસંગને અનુલક્ષી તેણે ચોખ્ખી રીતે " બળના ચતુષ્કોણ "ની–એક કરતાં વધારે બળોથી થતી ગતિના સિદ્ધાંતની નીચે પ્રમાણેના શબ્દોમાં નોંધ કરી છેઃ—

' ધારો કે એકમેક જોડે અમુક ચોકસ પ્રમાણ ધરાવતાં બે બળ કોઇ એક પિંડ પર એક એકને કાટખૂણે આવેલી દિશામાં કાર્ય કરે છે. હવે તે દિશાઓમાં બે સીધી રેખાઓ એવી દોરીએ કે તેના લંબાઇના પ્રમાણથી તે આપેલાં બળ દર્શાવાય અને પછી એ રેખાઓને માપે એક કાટખુણ લંબચોરસ કરીએ, તો તે બે બળોના પરિણામે થતી ગતિનાં વેગ અને દિશા, તે લંબચોરસની જમા રેખાથી દર્શાવાશે. '

આ કથનની કિંમત તેના તેણે આપેલા પુરાવામાં રહી નથી, કારણ કે ખરૂં જોતાં તેની કિંમત કેટલી છે તેની તો શંકા છે; પણ એ કથનની કિંમત એ કથન કરવામાં જ રહેલી છે. ભૌતિક વિજ્ઞાનમાં એના શિક્ષણનું તથા તેણે કરેલા કામનું સામાન્ય સ્વરૂપ દર્શાવવા માટે તેમજ તેના વૈજ્ઞાનિક વિચારોની સામાન્ય દિશા બતાવવા માટે પુરતી સામગ્રી અત્રે આપવામાં આવી છે. પણ વાંચકને અહીં ફરી યાદ દેવડાવવાની જરૂર છે કે તેણે અનેક વિષયો ચર્ચ્યા છે, અને તેમાંના જે વિષયોને ઉદ્દેશી અહીં લખવામાં આવ્યું છે, તે વિષયોના પણ નાના અપૂર્ણાંકને જ ઉદ્દેશી આ વિવેચન છે. પ્રાણીઓના અભ્યાસની બાબતમાં તેણે કરેલું અદ્ભૂત કાર્ય, ભુરતરના ફેરફારોના વિષયની એની વિચારશીલ ચર્ચા, તથા ગર્ભશાસ્ત્રમાં તેણે કરેલી શોધોનો અહીં કાંઇ જ ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો નથી, પણ

તેમ કરવા જેટલી જગા આપણી પાસે નથી. સામાજીક નીતિશાસ્ત્ર તથા ધર્મદર્શનના શિક્ષણ માટે તે સવિશેષ વિખ્યાત છે. પણ એની સક્રિયતાના એ પાસા સાથે આ પુસ્તકમાં આપણે કાંઝી લેવા દેવા નથી.

એરિસ્ટૉટલ આજથી બે હજાર કરતાં વધારે વર્ષ પૂર્વે થઇ ગયેલો છે. તે તથા અત્યારના સમય વચ્ચેનો ગાળો ઘણાં જીવનોનાં ઉજ્જવલ કામોથી ખીચોખીચ ભરાયેલો છે. વિજ્ઞાનના ઘણા અગ્રગામીઓએ કરેલાં કામ, એરિસ્ટૉટલે કરેલાં વિજ્ઞાનકાર્ય કરતાં ઘણાં ચઢીઆતાં છે એમ કહેવામાં કાંઇ ખોટું નથી. એરિસ્ટોટલનો પ્રભાવ ઘણી બાબતોમાં પ્રગતિકારી હોવાને બદલે પ્રત્યાઘાતી નીવડયો છે એમ કહેવું ખરું છે. પણ તે તથા હાલના સમયની વચ્ચેના આખા ગાળામાં આવો જબરો પ્રભાવ પડયો હોય તથા મરણ પછી પણ આખી સુધરેલી દુનીઆમાં જેના શિક્ષણનો આમ એકી અવાજે તથા અંધ શ્રદ્ધાએ સ્વીકાર થયો હોય એવો કોઇપણ એના જેવો બીજો વિજ્ઞાની આપણને ક્યાં જડે એમ છે ? ખરેખર તેણે કરેલું કામ અદ્વિતીય અને આશ્ચર્યકારક છે અને વિજ્ઞાનના અગ્રગામીઓમાં તેને આગળ પડતાં સ્થાનનો વાજબી રીતે હકદાર બનાવે છે.

---

# અલેગ્ઝાંડ્રિયાનો સંપ્રદાય

## ૧. સંપ્રદાયની સ્થાપનાનો સંકલ્પ

મહાન અલેગ્ઝાંડર ઘણાં સફળ યુદ્ધ પરાક્રમોને માટે મશહૂર છે. તેમાં એનાં અનેક પરાક્રમોમાંનું એક તેની ઇજીપ્તની જીત છે. એરિસ્ટોટલ એથન્સમાં તેનું શિક્ષણ કાર્ય કરી રહ્યો હતો તે અરસામાં આ બનાવ બન્યો હતો. પોતાની આ મહાન જીતની યાદગીરિમાં અલેગ્ઝાંડરે ભુમધ્ય સમુદ્રને દક્ષિણ કિનારે એક શહેર વસાવ્યું અને તેનું નામ અલેગ્ઝાંડ્રિયા રાખ્યું. એ નવાં શહેરની યોજના તુરત જ ખૂબ સફળ થઇ અને ટૂંક મુદતમાં અલેગ્ઝાંડ્રિયા મોટું વસ્તીવાળું શહેર અને આબાદ બંદર બની ગયું.

અલેગ્ઝાંડરના મરણ પછી તેના બળવાન અને આગળ પડતા અમલદારોએ તેના રાજ્યની વહેંચણી કરી લીધી, અને હવે પછીના વિજ્ઞાનના ઇતિહાસને સારે નશીબે ઇજીપ્ત ટૉલેમી સેગસ નામના અમલદારને હાથ ગયું. એ આદમી બહુ બળવાન સરદાર તો હતો પણ જોડે જોડે વિદ્યાનો પ્રેમી પણ હતો. આને પરિણામે થોડા વખતમાં એની આસપાસ તત્ત્વજ્ઞાની તથા અભ્યાસકોનું એક સુંદર જૂથ જામી ગયું.

એના મરણબાદ એનો વારસ ટૉલેમી ફિલાડેલ્ફસ ગાદીએ આવ્યો. સારે નશીબે એના પિતાનાં ડહાપણ અને વિદ્યા તરફની અભિરૂચિ એને વારસામાં ઉતર્યાં હતાં. એનો વિદ્યાનો શોખ ખરેખર એટલો ઊંચો હતો કે તેણે એક મોટું ભવ્ય મકાન ઉભું કર્યું અને તેમાં એક પુસ્તકાલય, વેધશાળા અને વિજ્ઞાનની શાળાનો સમાવેશ કર્યો.

આ શાળામાં ઉત્તરોત્તર અનેક તત્વચિંતકોને શિક્ષણ મળ્યા કર્યું. તેમાં ગણિત તથા યંત્રશાસ્ત્રનો અભ્યાસ સંગીન પાયા પર મુકવામાં આવ્યો અને ત્યાં નવી નવી તપાસ અને શોધનો જુસ્સો એવો તો કેળવાયો કે સત્તરમા સૈકા સુધીમાં એના ઉત્સાહનો જોટો આખા યુરોપમાં બીજે કોઇ શોધ્યો જડે એમ નથી.

એ સમયે વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં પ્રાપ્ત થયેલી સિદ્ધિઓનો સળંગ ઇતિહાસ અહીં આપવાનો અમારો હેતુ નથી. આથી એલેગ્ઝાંડ્રિયાની શાળામાં થઇ ગયેલા જાણવા જોગા તત્ત્વચિંતકોમાંના થોડાને પસંદ કરી આપણી પાસેની ટુંકી મર્યાદામાં શક્ય તેટલી તેમના જીવનની વિગતો અત્રે આપવાની અમારી ધારણા છે અને અમે એવી આશા રાખીએ છીએ કે એથી વધારે અભ્યાસની પ્રેરણા મળશે.

## ૨. યુક્લિડ

એ એલેગ્ઝાંડ્રિયાની પાઠશાળામાં યુક્લિડ નામે એક ગણિતનો મહાન શિક્ષક હતો. કમનશીબે ઇતિહાસે એના જીવનની નહિ જેવી નોંધ કરેલી છે અને જે કાંઇ થોડી વિગતો આપણને મળે છે તે તેની પછી થઇ ગયેલા લેખકો પેપ્પસ અને પ્રોકલસનાં લખાણમાંથી મળે છે. એમના લખ્યા પ્રમાણે તો યુક્લિડનો જન્મ એલેગ્ઝાંડ્રિયામાં ઇસ્વીસન પૂર્વે ૩૦૦ ની સાલની આસપાસમાં થયો હતો, અને ઇજીપ્તના રાજા ટૉલેમી સેાટરના અમલમાં તે થઇ ગયો હતો. બહુ ઝળકતા ગણિતશાસ્ત્રીઓની એક લાંબી તારા શ્રેણીમાં તે પહેલો હતો અને એની પછી થયેલા ઇરેટોસ્થાનીસ, આર્કિમીડીઝ, એપોલોનિયસ, ટૉલેમી તથા એવા અનેક બીજા ગણિતવેત્તાઓને તેનાં લખાણો પ્રેરણાનાં મૂળ થઇ પડેલાં છે. પ્રોકલસ કહે છે કે " યુક્લિડ બહુ સભ્ય રીતભાતનો તથા મળતાવડા સ્વભાવનો માણસ હતો અને રાજા ટૉલેમી તેને બહુ ચાહતો હતો. રાજાએ તેને એક વાર

પૂછ્યું કે ' તમારાં મૂળતત્ત્વો શિવાય ભૂમિતિ શીખવાનો કોઇ વધારે ટુંકો રસ્તો છે ! ' એ સવાલનો તેને એવો ઉત્તર મળ્યો કે ' ભૂમિતિ શીખવા માટે કોઇ રાજમાર્ગ નથી. '

એનું સૌથી વધારે જાણીતું પુસ્તક તે " મૂળ તત્ત્વો " છે. તેમાં તે પ્રાથમિક ભૂમિતિની આખી પદ્ધતિ રજુ કરે છે. પણ આ ઉપરથી એમ ન ધારવું કે તે પ્રાથમિક ભૂમિતિનો ઉત્પાદક હતો. નામાંકિત તત્ત્વચિંતકોની લાંબી શ્રેણીએ ભૂમિતિના અભ્યાસની કરેલી અભિવૃદ્ધિ, ગણિત તથા ભૌતિક વિજ્ઞાનની સરખામણીમાં વિજ્ઞાનના ઇતિહાસના ગ્રીક યુગમાં નવી ભાત પાડે છે. અમે થેલ્સ તથા પાયથાગોરીઅનોનો ઉલ્લેખ અત્યાર આગમચ કરી ગયા છીએ, પણ અમારે ઇસ્વીસન પૂર્વે ૪૭૦–૪૦૦ સુધીમાં થઇ ગયેલા કિઓસના હિપોક્રેટીસનો પણ નિર્દેશ કરવો જોઇએ. આયુર્વેદના પિતા કોસના હિપોક્રેટીસ જોડે ઉપર જણાવેલા ઇસમનો ઘોટાળો નહિ થવો જોઇએ. એ હિપોક્રેટીસ " મૂળ તત્ત્વો "નાં પુસ્તકનો સૌથી પહેલો જાણમાં આવેલો સંગ્રહીતા હતો. વર્તુળોનાં ક્ષેત્રફળ, તેમના વ્યાસના વર્ગના પ્રમાણમાં હોય છે એ સિદ્ધાંતનો તે શોધક હતો. એ સિદ્ધાંત દ્વારા તેણે ગ્રીક લોકોને " વર્તુલનો ચતુષ્કોણ બનાવવાના " રસપ્રદ અને અણઉકલ્યા કોયડાનો પરિચય કરાવ્યો હતો. વળી આપણે યુડોક્સસ ( ઇ. સ. પૂર્વે ૪૦૮–૩૫૫ ) નો ઉલ્લેખ પણ કરવો જોઇએ. યુકિલડના પાંચમા પુસ્તકના પાયારૂપ " પ્રમાણના વાદ "નો તે શોધક હતો. તેમજ " ટાલણ વિધિથી સિદ્ધ " કરવાની જાણીતી પદ્ધતિનો તે ઉત્પાદક હતો. બે આપેલી રેખાઓ વચ્ચેનાં બે સરાસરી પ્રમાણ લઇ તે ઉપરથી " ઘનને બેવડાવવા "ના પ્રશ્નના અભ્યાસમાં લાગ્યા રહેનાર તથા ત્રણ પરિમાણની ભૂમિતિના અભ્યાસની બેડ કરી તેમાં ખૂબ પ્રગતિ કરનાર ટેરેન્ટમના આર્કીટાસનો (ઇ. સ. પૂર્વે ૪૩૦–૩૬૦) પણ નિર્દેશ આપણે કરવો જોઇએ.

શોધી કાઢી. આવી આવી બીજી ઘણી શોધો માટે આપણે આર્કીમીડિઝના ઋણી છીએ. એની ઘણી વિખ્યાતિ પામેલી સિદ્ધતાઓનાં એ દૃષ્ટાંત સમબાજુ શંકુમાં દોરેલા ગોળાનાં ઘનફળ તથા સપાટીનાં ક્ષેત્રફળ તેમજ ગોળાની બહાર આવી રહેલી નળાકૃતિ વચ્ચેનો સંબંધ બતાવનારી સિદ્ધતાઓ છે. વળી કોઈ પણ વર્તુળના વ્યાસ તથા પરીઘ વચ્ચેના જાણીતા પ્રમાણનું પ્રમાણાંકન આર્કીમીડિઝને જ આભારી છે.

'આર્કીમીડિઝની વ્યાવર્તક રેખા' ( સ્પાઇરલ ) એ નામથી ઓળખાતી વક્ર રેખાના ખ્યાલની ખીલવણી એણે કરી એ તો નિઃસંદેહ વાત છે; પણ એ ખ્યાલ એના મિત્ર કોનોનની સૂચનાથી એને આવ્યો હતો. અમુક વર્તુળની ત્રિજ્યાની દિશામાં એક સરખી રીતે કેંદ્ર તરફ કે તેનાથી દૂર જતા કોઈ બિંદુના સ્થાન નિર્દેશથી એવી રેખા અંકાય છે. અને તે બધો વખત તે ત્રિજ્યા કેંદ્ર આગળ જોડેલી રહી એક સરખી ગતિએ ગોળ ફરતી હોય છે.

## ૪. યંત્રશાસ્ત્રમાં આર્કીમીડિઝની શિક્ષા

શુદ્ધ ગણિતના ક્ષેત્રમાં તેણે કરેલી શોધો છોડી યંત્રશાસ્ત્ર તરફ નજર નાખતાં, તેમાં તેણે કરેલી કિંમતી શોધખોળનાં પરિણામોથી ભરેલું બીજું ક્ષેત્ર આપણી નજરે પડે છે. એક સામટી કાર્ય કરવાને પરિણામે સમતોલની સ્થિતિમાં આવેલાં બળોને અથવા સ્થિર બળોના ક્ષેત્રને આ વાત ખાસ લાગુ પડે છે. તેની સૌથી વધારે ધ્યાન ખેંચે એવી શોધ તે તેનો ઉચ્ચાલનનો સિદ્ધાંત છે. તે કહેતો કે "મને ઉભવાની જગા આપો તો હું પૃથ્વીને ઉંચકી શકું." મધ્યબિંદુએથી લટકાવેલા એકસરખા કદ વાળા દાંડાને છેડે લટકતાં રહેલાં બે સરખાં દ્રવ્યમુદ્રો એક એકને સમતોલ રાખશે એ સત્યથી શરૂ થતી તેની તર્કસરણી તેની તર્કપુરઃસરતામાં તથા ચોકસાઈમાં

ત્રુટિ વગરની છે. એ બિંદુએથી તે ગુરુત્વમધ્યબિંદુનો કાળજીભર્યો અભ્યાસ કરવાનું શરૂ કરી આગળ ધપે છે અને કેટલાય પ્રમાણભૂત વિશિષ્ટ પ્રસંગો ઉપજાવી કાઢે છે.

દ્રવ સ્થિતિવિજ્ઞાનમાં તેણે કરેલી શોધો કદાચ તેણે કરેલી સૌ શોધોમાં સૌથી વધારે વિખ્યાત છે. એ વિષય તરફ તેના પૂર્વગામીઓએ કાંઇક દુર્લક્ષ કરેલું હતું. કોઇ દ્રવમાં બુડાડેલાં ઘનપિંડનું વજન, તે જેટલા પાણીને દૂર ખસેડે છે તેના વજન જેટલું ઘટે છે એવી શોધને સામાન્ય રીતે " આર્કીમીડિઝના સિદ્ધાંત "ના નામથી ઓળખાય છે. તેની વાત આપણને જુદા જુદા રૂપમાં મળે છે. એમાંની એક કથા નીચે મુજબ છેઃ—

એમ જણાય છે કે સાઇરાક્યુઝના રાજા હીરોએ દેવોને સોનાનો મુગટ ધરાવવાનો સંકલ્પ કર્યો હતો, અને તેથી એવી ચીજ બનાવવામાં કુશળ કારીગરને તેણે તે બનાવવા રોકયો, અને તે કામ માટે જોઇતું સોનું તેને પૂરું પાડયું. યોગ્ય સમયે કારીગરે તે મુગટ બનાવી રાજાને આપ્યો. તેનું વજન તો બરાબર હતું પણ કાંઇક કારણે રાજાના મનમાં એવો વહેમ પેસી ગયો કે સોનીએ મુગટ બનાવતાં થોડુંક સોનું કાઢી લઇ તે ઘટ પૂરવા તેટલા વજનની ચાંદી ઉમેરી છે. પોતાનો એ વહેમ ખરો છે કે ખોટો તેનો નિર્ણય કરવાનું કામ આર્કીમીડિઝને શિરે આવ્યું.

આર્કીમીડિઝ શૂન્યચિત્તવાળો ધુની આદમી હતો. એને રસ પડે એવા પ્રશ્નોમાં તે કેટલીકવાર એટલો બધો એકતાન થઇ જતો કે તેવે સમયે પોતે કયાં છે તેનું તેને ભાન જ રહેતું નહિ. રાજાએ રજુ કરેલા પ્રશ્નનો ઉકેલ શોધવાની ધુનમાં તે એકતાન થયો હતો તેવામાં નહાવા ગયો. સ્નાનાગારમાંનું નહાવાનું વાસણ છલાતું ભરેલું હતું તે વાત તરફ એનું લક્ષ દોરાયું નહોતું. કપડાં ઉતારી તે

નહાવાના વાસણમાં ઉતર્યો એટલે તેમાંથી પાણી છલાઇ ગયું ત્યારે જ તેને ખબર પડી કે તે ટંકોટંક ભરેલું હતું. એક ઝબુકા સાથે એક નવા સત્યનું તેને દર્શન થયું. જેનો ઉકેલ લાવવા તે મથતો હતો તે કોયડો ઘડીમાં ઉકલી ગયો. તે બહુ ઉત્સાહમાં આવી ગયો. ઉત્સાહનો ઉભરો તેનાથી હૈયામાં સમાવીને રખાયો. એના વેગમાં એને એ પણ ભાન ન રહ્યું કે પોતે નાગો છે અને પોતાનું શરીર ભીનું છે. તે સ્નાનાગારમાંથી બહાર કુદી પડયો અને "મેં તે શોધ્યું છે, મને તે જડયું છે" એવી બૂમો મારતો રસ્તા હાંસેટ દોડતો રાજાના મહેલ તરફ ગયો.

ખરું જોતાં આ પ્રસંગે તેણે એવડી શોધ કરી હતી અને તેને આધારે આગળ જતાં તેણે પાણી પર તરતા પદાર્થો વિષે બહુ કુશળતા ભરી ઘણી ઘણી બાબતો ઉપજાવી કાઢી. પહેલાં તો એણે જોયું કે પાણી ભરેલા વાસણમાં કોઇ ચીજ ડુબાવવામાં આવે ત્યારે તે ચીજ પોતે જેટલી જગા રોકે છે તેટલી જગામાંના પાણીને ખસેડે છે, અને એમ તેણે ખસેડેલા પાણીનું જેટલું વજન થાય તેટલું તેનું વજન ઘટે છે.

રાજાએ પોતાને સોંપેલા પ્રશ્નનો ઉકેલ કેમ કરવો તે હવે તેને સુઝયું. તે મુગટ જેટલા જ વજનના તેણે બે ગોળા કરાવ્યા. એક સોનાનો અને બીજો ચાંદીનો. સોનું, ચાંદી કરતાં બહુ ભારે છે એટલે એક સરખું વજન કરવા માટે સોના કરતાં ચાંદી વધારે જ્યામાં જોઇએ તે કારણે તે બે ગોળાના કદમાં બહુ ફેર હતો એ તેણે જોયું. હવે તેણે એક પાણી ભરેલું વાસણ લઇ, તેમાં પાણીની સપાટી આગળ એક આંકો કરી દીધો. પછી તે પાણીમાં પહેલાં સોનાનો ગોળો ડુબાવ્યો. તેમ કરતાં વાસણમાં પાણી ઉંચું ચઢયું. પાણીની આ નવી સપાટીએ તેણે પાછો એક આંકો કર્યો. પછી પાણીમાંથી સોનાનો ગોળો કાઢી લઇ, તેણે ચાંદીનો ગોળો

ડુબાવ્યો. આ વખતે પણ વાસણમાં પાણી ઉચું ચઢ્યું, પણ પાણીની સપાટી, સોનાનો ગોળો ડુબાવ્યો ત્યારે હતી તેનાથી ઉંચી થઇ હતી, કારણ કે, ચાંદીનો ગોળો સોનાના ગોળા કરતાં વધારે જગા રોકે એટલો મોટો હતો. આખરે ચાંદીનો ગોળો પાણીમાંથી કાઢી લઇ તેણે પેલા મુગટને પાણીમાં ડુબાવ્યો. આ વખતે પાણીની સપાટી, સોનાનો ગોળો ડુબાવ્યો ત્યારે હતી તેનાથી ઉંચી, પણ ચાંદીનો ગોળો ડુબાવ્યો ત્યારે હતી તેનાથી નીચી માલુમ પડી. આ ઉપરથી એટલું તો સિદ્ધ થયું કે જે ધાતુનો એ મુગટ બનાવવામાં આવ્યો હતો તે સોના કરતાં હલકી પણ ચાંદી કરતાં ભારે હતી. એતો દીવા જેવું ચોખ્ખું હતું કે તે મુગટ ચોખ્ખા સોનાનો બનાવેલો નહતો, પણ તેમાં સોના તથા ચાંદીનું મિશ્રણ હતું. આથી સોનીનો દગો છતો થયો અને તેણે સોનું ચોર્યું હતું એ વાત સાબીત થઇ. પછી તો આર્કીમીડિઝે તે મુગટના જેટલા જ વજનના પણ જુદા જુદા પ્રમાણમાં સોનું તથા ચાંદી મિશ્ર કરેલી ધાતુના ગોળા તૈયાર કરાવ્યા. તે ગોળાઓને એક પછી એક પાણીમાં ડુબાવતાં, આખરે તેને એક ગોળો એવો મળી આવ્યો જેને પાણીમાં ડુબાવતાં, મુગટને ડુબાવતાં પાણી જેટલું ઉચું ચઢ્યું હતું તેટલુંજ તેને ડુબાવતાં ચઢ્યું. એ ઉપરથી તેણે નકકી કર્યું કે તે ગોળામાં જે પ્રમાણમાં સોનું તથા ચાંદી મિશ્ર કરવામાં આવ્યાં હતાં તેજ પ્રમાણમાં મુગટમાં પણ તે મિશ્ર કરવામાં આવ્યાં હતાં. મુગટના સોનામાંથી કેટલું ચોરવામાં આવ્યું હતું તે કહેવા તે હવે શકિતવાન થયો.

વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતો ઉપજાવી કાઢવા તથા સમજવામાં આર્કીમીડિઝ જેટલો કુશળ હતો તેટલો જ જાતજાતના યંત્રોની યોજના કરવામાં પણ હતો. આ બંને શક્તિના મેળને યોગે વિવિધ હિકમતવાળાં યંત્રોની યોજના કરવામાં તે સફળ થયો છે. એણે યોજેલાં અનેક યંત્રોમાં સૌથી વધારે પ્રખ્યાત તેણે યોજેલો

એક પાણી ઉચું ચડાવવાનો બંબો અથવા યંત્ર છે, જે "આર્કીમીડિઝના પેચ" તરીકે જાણીતો છે. આ સાદું યંત્ર ખરું જોતાં સુચ કાઢવાના પેચ જેવા આકારમાં વાળેલી નળી છે. જે પાણીને ઉચું ચડાવવાનું હોય તેમાં નીચલો છેડો ડુબતો રહે એમ ઢળતું તેને ગોઠવવામાં આવે છે. પછી તેને તેની ધરી પર ગોળ ગોળ ફેરવતાં પાણી એક એક વળાંકે ઉચું ચડતાં ચડતાં આખરે છેક ઉપરના વળાંકા સુધી ચડી બહાર ઠલવાય છે.

સૃષ્ટિના નમૂનાં રૂપ એક કાચનો ગોળો તેણે બનાવ્યો હતો એમ કહેવાય છે. તે ગોળો એવો હતો કે તેમાં આકાશી પદાર્થો ગતિ કરતા જોવામાં આવતા હતા. અલબત્ત એમ માનવા કારણ મળે છે કે તેમ કરવા માટે તે ગોળાને તેની ધરી પર ગોળ ગોળ ફેરવવો પડતો હશે. આ વાત ખરી હશે કે કેમ તે વિષે શંકા છે, પણ એમ જાહેર કરવામાં આવે છે કે તેણે તે ગોળાની, તેમ જ ગોળો તથા નળાના ભૂમિતિની દૃષ્ટિએ જણાતા ધર્મ વિષેની પોતાની શોધોની નોંધ પોતાની કબર પાસે કોતરાવવાની આજ્ઞા કરી હતી.

બીજી એક યોજનાનો યશ પણ તેને ખાતે ચડાવવામાં આવે છે. તે યોજના ગોળાકૃતિ દર્પણોની હતી. એમ કહેવાય છે કે સાયરાકયુઝ બંદર પર રોમન લોકોના કાફલાએ ચઢાઇ કરી હતી ત્યારે તેમનાં વહાણ બંદરની બહાર દૂર નાંગરેલાં પડયાં હતાં. એમ કહેવાય છે કે આર્કીમીડિઝે, ગામમાં મોટાં અંતર્ગોળ દર્પણો એવી રીતે ગોઠવ્યાં કે તેની પર પડતાં સૂર્યનાં કિરણ એકત્ર થઇ દુશ્મનના કાફલાનાં વહાણ પર પડે. એમ કરી તેણે તે વહાણોને આગ લગાડી હતી. આ વાતની સચ્ચાઇની બાબતમાં ખૂબ શંકા છે.

રોમનો સાથેની લડાઇનો સમય સિસિલીને માટે ભારે આફતનો

હતો. તે રોમન સત્તાના અભ્યુદય અને વિસ્તારના પ્રારંભનો યુગ હતો, અને માર્સેલસ રોમનો અધ્યક્ષ હતો. આપણા આ વિજ્ઞાનશાસ્ત્રીના નામ જોડે સહચાર પામેલો સાયરાક્યુઝનો ઘેરો પ્યુનિક વિગ્રહ દરમિયાન ઘાલવામાં આવ્યો હતો. વિચારગ્રસ્ત દશામાં આર્કીમીડિઝ કેવો શૂન્યચિત્ત થઇ જતો હતો તેનો ઉલ્લેખ તો અત્યાર અગાઉ કરવામાં આવ્યો છે. કમનશીબે એની એવી મનોદશા તેના મરણનું કારણ થઇ પડી એ વાત તો સૌ કોઇ જાણે છે.

ઘેરામાં સપડાયેલા લોકની જબરી વીરતા છતાં તથા તેમના મહાન તત્ત્વજ્ઞની યાંત્રિક યોજનાશકિત તથા નવું નવું બનાવી કાઢવાની ઝીણવટ, છતાં સાયરાક્યુઝ આખરે પડયું. ઇ. સ. પૂર્વે ૨૧૨માં પ્રબળ હુમલાથી તે કબજે કરવામાં આવ્યું. આર્કીમીડિઝની ખ્યાતિના આદરની કદરમાં માર્સેલસે એવી આજ્ઞા કરી હતી કે તે વિદ્વાનનો ઘાત કરવાનો નથી અને તેની જોડે બહુ આદરભાવથી વર્તવાનું છે. પણ અફસોસ ! જ્યારે શહેર પર હુમલો થયો ત્યારે આર્કીમીડિઝ રેતી પર આકૃતિ દોરી એક ભૂમિતિનો પ્રશ્ન વિચારવામાં રોકાયેલ હતો. એક સાધારણ રોમન સીપાઇ ત્યાં ધસી ગયો અને તેનું નામ પૂછ્યું. આર્કીમીડિઝે તેને ત્યાંથી ચાલ્યા જવાનું તથા રેતીમાં દોરેલા વર્તુળને નહિ બગાડવાનું કહ્યું એટલે પેલાએ તેનો શિરચ્છેદ કર્યો.

જો આ વાત ખરી અને વિશ્વાસપાત્ર હોય તો અક્ષરશઃ એ વાત સાચી ઠરે કે આર્કીમીડિઝ વિજ્ઞાનની પ્રગતિના ખેતરમાં ખેતરેલો મરી ગયો. અંત ઘડી સુધી તે વિજ્ઞાનની સેવા કરતો રહ્યો હતો.

તેની કૃતિઓમાંની ઘણીનો પત્તો નથી, પણ આપણને જાણીતી કૃતિઓની નીચે આપેલી યાદી તેની વિદ્વતાની શાખ પૂરવા પૂરતી છે. ગોળો તથા નળાના બે પુસ્તકો: વર્તુળના કદ; ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુ;

ગોળા અને શંકુને મળતી આકૃતિઓ; વ્યાવર્તક રેખાઓ; પરિવલયનો ચતુર્થાંસ; રેતીની સંખ્યા; પ્રવાહી પર તરતા પદાર્થો.

આ મહાપુરૂષની ભાસમાન શક્તિઓની પૂરતી પ્રશંસા કરવાનું કામ અઘરૂં છે, અને એજ મત આપીને વિરમીશું કે પ્રાચીનોના સમયમાં તેણે કરેલું કામ તથા તેની સિદ્ધિની પ્રસાદીઓને તેની પછીથી થયેલા ન્યુટનની સિદ્ધિઓ જોડે સરખાવી શકાય એમ છે.

## ૫. ટૉલેમી

અલેગ્ઝાંડ્રિયાના મહાન ફિલસુફોના છેલ્લા નમૂના તરીકે અમે હવે ક્લૉડીઅસ ટોલીમોઅસનાં જીવન તથા કાર્યનો અહેવાલ આપીશું. સામાન્ય રીતે એને લોકો ટૉલેમી નામથી ઓળખતા. અલેગ્ઝાંડ્રિયાની વિખ્યાત પાઠશાળાની સ્થાપના કરનાર રાજવંશનો તે નહતો. "ટૉલેમી" એ નામ તે જમાનામાં સાધારણ રીતે પ્રચલિત નામોમાંનું એક હતું. ઇસુખ્રીસ્તના જન્મ પછી આશરે સો વર્ષે ઇજીપ્તમાં પેલ્યુઝિયમ ગામમાં તેનો જન્મ થયો હતો. તેનો જન્મ થયો તે અરસામાં તો અલેગ્ઝાંડ્રિયાની પાઠશાળા ઘણી ઘણી તડકાછાંયડીમાંથી પસાર થઇ ગઇ હતી. ઇજીપ્ત, રોમન સામ્રાજ્યનો એક પ્રાંત બની ગયું હતું અને લાંબા સમય સુધી વિજ્ઞાનના અભ્યાસમાં ભારે ઓટ આવી ગઇ હતી. રોમનોને વિજ્ઞાન કરતાં કાવ્ય, દર્શન અને કાયદાના અભ્યાસનો વધારે શોખ હતો. સમ્રાટ્ માર્કસઓરેલીયસ એન્ટોનીયસ ગાદીએ આવતાં વિજ્ઞાનના અભ્યાસમાં નવો જીર આવ્યો, કારણ કે સદ્‌ભાગ્યે એ સમ્રાટ્ ફિલસુફ મનોવૃત્તિવાળો હતો. એના સમયમાં વિજ્ઞાનનાં અભ્યાસ તથા શોધખોળને નવો વેગ મળ્યો, અને વિજ્ઞાનના પટના તુટેલા તારના છેડા પકડી એના વણાટનું કામ આગળ ધપાવવા માટે, વિચારકોની એક નવી ટોળી ઉભી થઇ હતી. ટૉલેમી, ડાયોફેન્ટસ,

પેપસ, અને પ્રોક્લસ બધા આ યુગમાં થયા હતા અને તે દરેકે પોતપોતાની રીતે અલેગ્ઝાંડ્રિયાની પાઠશાળાને અવનવા પ્રકારોથી ઉજાળી છે.

ટૉલેમીની કીર્તિ મુખ્યત્વે ખગોળવેત્તા તરીકેની છે. પાછલાં ત્રણસો વર્ષમાં ખગોળનો અભ્યાસ બહુ શોકજનક રીતે ઓરંભે પડયો હતો. ટૉલેમીના સમયમાં એ વિષયમાં છેલ્લામાં છેલ્લું કાંઇક જાણવા જેવું કામ હિપાર્કસે કરેલું હતું. એણે એક બહુ ઉપયોગી તારાની સૂચિ તૈયાર કરી હતી. ટૉલેમીએ તે વિષયના અભ્યાસનું પુનરૂજ્જીવન કર્યું. તેણે હિપાર્કસ તથા તેના પૂર્વગામીઓની કૃતિ એકત્ર કરી અને તેના પાયા પર એક સંપૂર્ણ ગ્રહ તથા નક્ષત્રમંડળ ઉભું કર્યું. એ આખું તંત્ર એરિસ્ટોટલના સિદ્ધાંતો પર રચાયેલું હોવાથી, અંધશ્રદ્ધાપૂર્વક તથા વિના પ્રશ્ને ત્યાર પછી કેટલાય સૈકા સુધી તેનો સ્વીકાર થતો રહ્યો. આજે આપણે એને "ટૉલેમી તંત્ર" એ નામથી ઓળખીએ છીએ. મૂળ ગ્રીક ભાષામાં રચેલા "ગ્રેટ સીસ્ટીમ" નામના એક મોટા પુસ્તકમાં તેની વિગતવાર માહિતી આપવામાં આવી છે. "અલ્માગેસ્ટ" એ નામથી તે પુસ્તકનો અરબી ભાષામાં તરજુમો કરવામાં આવ્યો, અને હાલમાં તો સામાન્ય રીતે એ નામથી જ એ પુસ્તક જાણીતું છે. એ પુસ્તકનો લેટિન ભાષામાં થયેલો તરજુમો, તેના અરબી તરજુમા પછી ઘણા સૈકાને ગાળે થયેલો છે અને તે તરજુમો મૂળ ગ્રીક પુસ્તકનો નહિ, પણ તેના અરબી તરજુમાનો છે.

એના ખગોળવાદનો પાયો, અમે આગળ કહ્યું તેમ એરિસ્ટોટલના સિદ્ધાંત છે. આકાશી પદાર્થોની ગતિઓ કોઇપણ જાતની ત્રુટિ વગરની અને તેથી "પૂર્ણ દોષરહિત" છે, અને સૌ ગતિઓમાં સૌથી વધારે દોષરહિત અતિ વર્તુળ ગતિ છે એ તેના તંત્રના

આદિ સિદ્ધાંત છે. પોતાના વાદને બંધ બેસતું થાય એવી રીતે ટૉલેમીએ ખગોળનું શિક્ષણ આપવા માંડયું એ ખરેખર બહુ શોચનીય બીના છે; કારણ કે તેનાં લખાણોમાં જે પ્રતિભા તથા નવસર્જકતાનું દર્શન થાય છે તે જોતાં, તેની વિચારસરણી પર ઍરિસ્ટૉટલના સિદ્ધાંતોનો પ્રભાવ ન પડયો હોત તો ખગોળવિદ્યાનો ઇતિહાસ હાલ છે તેથી જુદા સ્વરૂપમાં વાંચવા મળત એમાં કાંઇ જ શંકા નથી.

ટૉલેમીના કથન મુજબ પૃથ્વી આ વિશ્વના કેંદ્રમાં રહેલો એક અચળ ગોળો છે. પૃથ્વી ગોળાકાર છે તે બાબતની તેની દલીલો તદ્દન પૂર્ણ અને મોટે ભાગે આજે શાળાઓમાં શીખવવામાં આવે છે તેના જેવી જ છે. એ વિચારસરણીનો વિરોધ કરે એવું કાંઇ પણ ઍરિસ્ટૉટલ તથા તેના સંપ્રદાયના બીજા વિચારકોની શિક્ષામાં નહતું. એ શિવાયની બીજી બાબતોમાં એ મહાગુરુના મતાગ્રહોથી ટૉલેમીની બુદ્ધિ અંધ બની જણાય છે. આ મતાગ્રહોમાંનો એક એવો હતો કે ભારે પદાર્થો કરતાં હલકા પદાર્થ વધારે ધીરી ગતિએ પડે છે. આ સિદ્ધાંતને અનુસરી તે એમ દલીલ કરે છે કે જો પૃથ્વી ફરતી હોય તો તેની ઉપરના વાતાવરણ તથા બીજાં અનેક છુટાં પિંડો, પૃથ્વીથી હલકા હોવાને પરિણામે પાછળ પડી જાય, પણ તેમ બનતું કાંઇ જોવામાં આવતું નથી. આમ દલીલ કરી, તે કારણે પૃથ્વી સ્થિર છે, ગતિવાન નથી એમ માની લઇ તેણે સંતોષ માની લીધો. તેણે સ્વીકાર્યું કે પૃથ્વી ગોળા જેવી અચલ અને અવકાશમાં અદ્ધર તોળાયેલી હોવી જોઇએ. ચિત્તને ચકિત કરી નાખનાર આવા નિર્ણયે પહોંચતાં ટૉલેમીને કેટલું સાનંદાશ્ચર્ય થયું હશે તેની આપણે સહેજે કલ્પના કરી શકીએ છીએ. તેના મંતવ્યનો બાકીનો ભાગ તો આપોઆપ વર્તુલ ગતિના ઍરિસ્ટૉટલના સિદ્ધાંતના પરિણામ રૂપ જ હતો.

સાદા, રોજીંદા અવલોકનને પરિણામે સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારાઓ રોજ પૂર્વમાં ઉગતા અને પશ્ચિમમાં આથમતા જણાય છે; પણ પૃથ્વી અચલ છે એમ સ્વીકારાયેલું હોવાથી, પૃથ્વીના પોતાની ધરી પરના ભ્રમણને કારણે બીજા આકાશી પદાર્થો એમ સાપેક્ષ ગોળ ભમતા જણાય છે એ સમજૂતિ એની દલીલમાં આવવાનો જરાય સંભવ ન હતો. એટલે એ બધા આકાશી પદાર્થો ગતિમાન છે તથા તેમની ગતિ ' દોષ રહિત ' હોવાથી તે બધા પૃથ્વીની આસપાસ વર્તુલ માર્ગોમાં ગોળ ગોળ ફરે છે એમ જ માનવું રહ્યું. તારાઓ જે તદન એક સરખી સમગતિથી ગોળ ફરતા જોવામાં આવતા હતા તે પૃથ્વીને કેંદ્રમાં રાખી ફરતા હોય તો જ આમ થવું શકય હતું.

ટૉલેમી નભમંડળનું બહુ કાળજીભર્યું અવલોકન કરનાર અભ્યાસી હતો, અને તેનાં અવલોકન, તેણે કરેલી આકાશી પદાર્થોની ગતિની કલ્પનાને બંધ બેસતાં હતાં. પણ ઘણા લાંબા સમયથી " ગ્રહ " નામથી ઓળખાતા, અને સાધારણ તારાઓની પેઠે એકસરખી ગતિએ નહિ, પણ અનિયમિત રીતે નભમંડળમાં ફરતા ભટકતા તારાઓની ગતિઓની સમજૂતિ એટલી સહેલથી જડાય એમ ન હતું. આકાશી પદાર્થોની ગતિ બાબતની પોતાની કલ્પનાની મૂળભૂત માન્યતાઓમાં આગ્રહભરી અંધશ્રદ્ધાને કારણે, ગ્રહોની અટપટી ગતિઓની સંતોષકારક સમજૂતિ આપી શકે એવી વર્તુળોની એક નવી યોજના તેણે યોજી કાઢી. ગ્રહો કોઈ ચલકેંદ્રની આસપાસ ગોળ ફરે છે એવો મુદ્દો તેણે ઉપજાવી કાઢયો અને તે ચલકેંદ્રને પૃથ્વીની આસપાસ એક વર્તુળ માર્ગમાં ભ્રમણ કરતું તેણે કલ્પ્યું. આ વર્તુલ પ્રદક્ષિણામાર્ગને તેણે એક ખાસ નામ આપ્યું. પરિમાણોની કાળજીભરી પસંદગીથી, તેણે ગ્રહોની બદલાતી ગતિઓની ઠીક ઠીક મેળ પડે એવી સમજૂતિ પણ આપી. તેના સમયમાં

માત્ર પાંચ જ ગ્રહો જાણીતા હતા એટલે તેની ગતિઓની સમજૂતિ આપવામાં તે સફળ થયો. આથી વધારે એના વાદની વિગતોમાં ઉતરવાની આપણને આ સ્થળે જરૂર નથી. જે વાંચકોને એ બાબતનો પૂરતો રસ હશે તેમને બધી જોઇતી માહીતિ ખગોળના પાઠ્ય પુસ્તકોમાંથી મેળવવામાં જરા પણ મુશ્કેલી નહિ નડે. વિશ્વરચનાની સંપૂર્ણ અને સમાધાન ભરી કલ્પના દુનીઆ આગળ રજુ કરનાર ટૉલેમીના ભેજાની ફળદ્રુપ પ્રતિભાની કદર વાંચક કરી શકે તે માટે પૂરતું અહીં કહેવામાં આવ્યું છે.

એક જાણવાં જેવી હકીકત અહીં જ આપી દેવી જોઇશે. ટૉલેમીના સમય પહેલાં આશરે ચારસો વર્ષ પર ગ્રોસના સેમોસ નામના ગામમાં ઍરિસ્ટાર્કસ નામનો એક ગ્રીક તત્ત્વવેત્તા થઇ ગયો હતો. તેણે એવો વાદ રજુ કર્યો હતો કે વિશ્વનું કેંદ્ર પૃથ્વી નહિ પણ સૂર્ય છે, અને પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ગોળ કક્ષામાં પ્રદક્ષિણા કરી રહી છે. આ વાદ તેની મોટી સિદ્ધિરૂપ છે. આ વાદમાં ખરેખરી સાચી હકીકતને બતાવતું સત્ય સમાયેલું હોવા છતાં કમનશીબે એ વાદ વિદ્વાનોનો પ્રીતિપાત્ર ન થઇ શક્યો. ઍરિસ્ટૉટલ સંપ્રદાયની પ્રબળ પ્રતિષ્ઠા તેને બહુ ભારે પડી અને પરિણામે બીચારા ઍરિસ્ટાર્કસના વાદને લોકો ભુલી ગયા. ત્યાર પછી કેટલાય સૈકા વીત્યા બાદ કોપર્નીકસને હાથે તે સજીવન થવાનું નિર્માણ થયું હતું.

ટૉલેમીનું બુદ્ધિચાપલ્ય માત્ર ખગોળના ક્ષેત્રમાં જ રૂંધાઇ રહ્યું ન હતું. એક સમર્થ ભૂગોળવેત્તા તરીકે તેણે ખૂબ નામના મેળવી છે. તેણે લખેલું ભૂગોળનું પુસ્તક ત્યાર પછી કેટલાય સૈકાઓ સુધી એ વિષયનું પ્રમાણભૂત પુસ્તક બની રહ્યું હતું. તે સમયે જણાયેલી દુનીઆના તમામ ભાગોના નકશાઓનો તેમાં સમાવેશ

થયેલો છે. અને તેમાં હિંદ, ચીન અને નૉર્વે જેવા એક એકથી બહુ દૂર આવેલા દેશોનાં વર્ણન આપેલાં છે. "આલ્બિયન" એ નામ નીચે ઇંગ્લેંડનું વર્ણન તેમાં આપવામાં આવેલું છે. તેના નકશાઓ ઉપર અક્ષાંશ તથા રેખાંશની લીટીઓ આંકેલી છે. તેની બહુ પહેલાં થઇ ગયેલા એક બહુ નામાંકિત ભૂગોળવેત્તા ઇરેટોસ્થનીસે યોજેલા નિયમોને અનુસરી એ રેખાઓ દોરવામાં આવી હતી. ટૉલેમી કેવો ધીરજવાળો અભ્યાસી તથા ખંતીલો વિજ્ઞાની હતો એ તે પુસ્તક બતાવી આપે છે.

"દૃષ્ટિ"ના વિષયને લગતું એક પુસ્તક તેને નામે ચઢાવવામાં આવે છે, પણ તે વાત ખરી લાગતી નથી. એ પુસ્તકનું મુખ્ય લક્ષણ તેજનાં કિરણના વક્રીભવનની બાબતમાં તેમાં કરેલી કિંમતી તપાસણી છે. આકાશી પદાર્થો તેમના યથાર્થ સ્થાનોમાંથી ચળેલા દેખાય છે તે દશ્ય સમજવા તથા તેને અનુસરી તેમનાં સ્થાનનાં અવલોકનમાં છૂટ મુકવાની ઇચ્છાથી તે આ વિષયની ખોજ કરવા લલચાયો હશે એ તો નિઃસંદેહ વાત છે. આ શોધ કરવામાં તેનો હેતુ ગમે તે હોય, પણ એ શોધનાં પરિણામ તો ખરેખર બહુજ કિંમતી જણાયાં છે. ખરી વાત તો એ છે કે પ્રકાશના વિષયના અભ્યાસીઓનો ખરો અગ્રગામી તો યુક્લિડ છે. પ્રકાશનાં કિરણ સીધી રેખામાં જાય છે એ કથન માટે જવાબદાર પુરૂષ તેજ છે. ટૉલેમી એનાથી આગળ વધ્યો જણાય છે. હવામાંથી પાણીમાં તથા હવામાંથી કાચમાં પસાર થતાં અને ૦° અંશથી માંડી ૮૦° અંશને ખૂણે પડતાં તેજનાં કિરણોનાં વક્રીભવનની તેણે કાળજીભરી નોંધો કરી અને તેના પાયા પર આકાશી પદાર્થોના વિષયમાં થતાં વક્રીભવનનો વાદ તેણે ઉપજાવી કાઢયો. એ વાદ ખરેખર ખૂબ જ વ્યવહારોપયોગી નીવડયો છે, પણ આજે આપણે વાપરીએ છીએ તેવો વિશાળ વ્યાપ્તિવાળો તેના ગણિતનો નિયમ તેણે ન હતો ઉપજાવી કાઢયો.

તેના જીવનના ટીકાકારોમાંના ગેરિકસ નામના એકના કથન અનુસાર ટૉલેમી ૭૮ વર્ષની વયે મરણ પામ્યો હતો.

## ગ્રીક વિજ્ઞાનના છેલ્લા દિવસો.

અત્યારસુધી અલેગ્ઝાંડ્રિયાની મહાશાળાના મહાન વિચારકો પૈકી કેટલીક ખાસ વ્યકિતઓનો વિચાર કરવાના કાંઇક મર્યાદિત કાર્યમાં આપણે રોકાયા હતા. પણ આ વિષય છોડતાં પહેલાં ગ્રીકના વિજ્ઞાનઇતિહાસની પાછલી અવસ્થાની મહત્તામાં ફાળો આપનાર વિદ્વાનો પૈકીના થોડાનાં નામનો અત્રે આપણે નિર્દેશ કરવો પડશે. એ વિદ્વાનો પૈકીનો એક છે પર્ગાનો એપોલોનિયસ. ( ઇ. સ. પૂર્વે ૨૬૫ થી ૧૯૦ ?) તે ઘણું કરીને આર્કીમીડિઝનો સમકાલીન હતો. પ્લેટો તથા મીનાએકમસે શંકુ વિચ્છેદનો અભ્યાસ જે મર્યાદાએ છોડયો હતો તેનાથી તેણે પોતાની શોધોથી તેને ઘણો આગળ વધાર્યો હતો. આર્કીમીડિઝની પછી થઇ ગયેલા કટેસિબસ તથા તેના સમકાલીન અલેગ્ઝાંડ્રિયાના હીરોએ દાબનો બંબો, હવા-બંદુક, પાણીથી ચાલતું ઘડીઆળ, બકનળીનો ફુવારો તથા થીઓડોલાઇટ જેવા અનેક યંત્રોની યોજના તેમના અભ્યાસને પરિણામે કરી. પૅસિડોનિયસે ભરતીના વિષય પર પુસ્તક લખ્યું અને હવામાં થતા તેજનાં કિરણોના વક્રીભવનનો અભ્યાસ રસપૂર્વક કર્યો.

પણ રોમની સત્તા ગ્રીસ તથા તેની હકુમત નીચેના પ્રદેશો પર જામતાં, બુદ્ધિ વિકાસની અવનતિનો યુગ શરૂ થયાનાં સ્પષ્ટ ચિહ્નો ચોક્કસ રીતે દેખાવા માંડયાં. રોમનો યુદ્ધકળામાં સામાજીક નીતિનાં સૂત્રોની બાબતમાં, સાહિત્યમાં અને એ બધા કરતાં કાયદાના અભ્યાસમાં બહુ મોટા હતા એ વાત ખરી, પણ ભાર મૂકીને કહી શકાય છે કે તેઓ વિજ્ઞાની નહોતા. સમ્રાટ્ માર્કસ ઓરેલિયસ ગાદીએ આવતાં સજીવન થએલી વિજ્ઞાનના અભ્યાસની પ્રવૃત્તિ

બહુ વાર ટકી નહિ અને ખગોળવેત્તા ગેલસ, ઇતિહાસકાર પ્લિની, ભૂગોળવેત્તા સ્ટ્રૅબો, તથા ભૌતિકવિજ્ઞાની સેનેકા જેવા છુટાછવાયા અપવાદો બાદ કરતાં આપણે વિજ્ઞાનની પ્રગતિની મરૂભૂમિમાં આવી પહોંચીએ છીએ.

ગણિતના અભ્યાસની બાબતમાં આપણી નોંધ કાંઇક વધારે આશાભરી જણાય છે, કારણ કે બીજગણિતના અભ્યાસના પિતા તરીકે જેનો ઉલ્લેખ થાય છે એવા ડાયોફેન્ટસનું નામ એ યુગ જોડે જોડાયેલું છે. ઘણું કરીને તે ચોથા સૈકાના આરંભમાં થઇ ગયો હતો અને તેની સુંદર પૃથકકરણ પદ્ધતિથી દુનિઆના જ્ઞાનભંડારમાં તેણે બહુ સંગીન ઉમેરો કર્યો છે. તેનો પૂર્વગામી પેપ્પસ બહુ શકિતશાલી ભૂમિતિવેત્તા હતો, પણ કમનશીબે જે પ્રજામાં તે જન્મ્યો હતો તેનામાં ભૂમિતિના અભ્યાસનો શોખ ગંભીર રીતે અવનતિની દશાએ પહોંચેલો હતો. તેની પછી થીઓન અને તેની પુત્રી હીપેશીઆ થયાં. એ બંને પાંચમા સૈકાના પ્રખર ટીકાકાર હતાં.

છેલ્લે છેલ્લે આપણે છઠ્ઠા સૈકાના મહાન લેખક બોઇથિઅસના નામનો નિર્દેશ કરવો રહ્યો છે. ગ્રીકયુગ જોડે મધ્યયુગીન વિજ્ઞાનને સાંધતી નાજુક સાંકળ રૂપ તે છે.. ખરૂં જોતાં તો તે ટીકાકાર હતો. તેણે સંગીત સિવાય બીજા કોઇ વિષયમાં નવું સર્જન કર્યું નથી. તેણે તો મૂળ ગ્રીક સાહિત્યના અભ્યાસથી જાણેલા ગણિતશાસ્ત્ર પર પુસ્તકો લખેલાં છે.

---

# રૉજર બેકન

## મધ્યયુગીન વિજ્ઞાન

યુરોપ ખંડનો મધ્યયુગના વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ વાંચતાં ખરેખર દિલગીરિ થાય છે. વિજ્ઞાનને લાગેવળગે છે ત્યાં સુધી તે અજ્ઞાન, ગેરસમજ તથા વિજ્ઞાનની ઉપેક્ષાનો જમાનો હતો. રોમન સામ્રાજ્યની અવનતિ થતાં અલેગ્ઝાંડ્રિયાની પાઠશાળાનું પડી ભાંગવું અનિવાર્ય હતું. ગ્રીકવિદ્યાના પ્રભાવનું તેજ ધીમે ધીમે ઘટતું ગયું. ત્યાર પછી તો રોમન સામ્રાજ્યનું આખરી પતન થયું અને તેમ થતાં યુરોપમાં તત્ત્વચિંતનની જે કાંઇ ડગમગતી જ્યોતિઓ જેમ તેમ ટકી રહી હતી તે પણ સાવ બુઝાઇ ગઇ.

આમ યુરોપમાંથી વિદ્યાનું તેજ જતું રહ્યું હતું, પણ દુનીઆના બધા ભાગોમાં કાંઇ તેનો સાવ લોપ થવા પામ્યો ન હતો. હવે પૂર્વના દેશોમાં તેની જ્યોત પ્રકાશમય થઇ બળવા માંડી હતી. નેસ્ટોરિયનો, મૂરો, યાહુદીઓ, સીરિયનો તથા બીજા અરબી ભાષા બોલતા લોકોએ ઘર અસલથી વૈજ્ઞાનિક માનસ બતાવેલું હતું અને પાછળથી ઇસલામી રાજ્યકર્તાઓનાં લશ્કરો જીત પર જીત મેળવતાં સ્પેઇન તથા ઉત્તર આફ્રિકામાં ધુસી આવ્યાં, ત્યારે તેમને હાથ જે કિંમતી વિજ્ઞાનની નિધિ પડી તેનો નાશ કરવા કરતાં, વધારે સારો ઉપયોગ કરતાં તેમને આવડતું હતું. એવાં કિંમતી પુસ્તકોનો નાશ કરવાને બદલે તેમાંનાં ઘણાનો તેમણે પોતાની ભાષામાં તરજુમો કર્યો એટલું જ નહિ, પણ એથી મળેલી ઉત્તેજનાથી પ્રેરાઇ તેમણે એ જાતની તપાસ આગળ ચલાવી

અને પરિણામે ઘણાં ફળદાયી પરિણામો મેળવવામાં તે સફળ થયા. આ વિદ્યાપ્રેમી નીતિના જવાબદાર પુરુષોમાં આઠમા તથા નવમા સૈકામાં થઇ ગયેલાં ખલીફ અલ–મનસૂર, હારૂન–અલ–રશીદ તથા અલ–મા મૂનને આપણે અગ્રગણ્ય લેખી શકીએ. આ ત્રણમાંના છેલ્લા ખલીફે ઇ. સ. ૮૨૭ માં ટૉલેમીના મહાન ભૂગોળના પુસ્તકનો અરબીમાં તરજુમો કરાવવાનો હુકમ કાઢયો અને "આલ્માજેસ્ટ" નામ નીચે એ પુસ્તક અરબી ભાષામાં પ્રસિદ્ધિ પામ્યું.

પરિણામે આ ગાળામાં ખગોળ, ગણિત, ભૌતિક વિજ્ઞાન, કીમિયાગીરિ (રસાયનશાસ્ત્રની પૂર્વગામી–અરધુ રૂપ વિદ્યા) વગેરે વિષયોમાં ખંતથી અભ્યાસ કરી શોધખોળ કરવામાં તથા તે તે વિષયોના દુનિયાના જ્ઞાનભંડોળમાં કિમતી ઉમેરો કરવામાં કામે લાગેલા સંખ્યાબંધ અરબી તત્ત્વચિંતકો વિષેની હકીકતો આપણને વાંચવા મળે છે. અગીઆરમા સૈકામાં સ્પેઇનમાં થઇ ગયેલા મહાન મૂર તત્ત્વવેત્તા અલ્હાઝનના નામનો આ સ્થળે ખાસ નિર્દેશ કરવાની જરૂર છે. તેણે દષ્ટિવિજ્ઞાન (ઑપ્ટિક્સ) તથા ભૂમિતિનાં વિષય પર સુપ્રસિદ્ધ પુસ્તકો રચેલાં છે. તે આપણને આગીઆ કાચ (દલ કાચ) તથા તેની વસ્તુઓને મોટી બતાવવાની શક્તિની વાતો કહે છે.

આ જ અરસામાં અમે આગળ કહી ગયા તેમ યુરોપની પ્રજા તો અજ્ઞાન અને જડતાના દરીઆને તળીએ ડુબી પડી હતી. નવું સાહિત્ય સર્જનારા લેખકો નહતા અને પુસ્તકોના વાંચકો નહિ જેવા જ હતા. જે કાંઇ થોડું ઘણું જ્ઞાન ભંડોળ હતું તે ધર્મસંઘમાં જ હતું. બહુમાં બહુ તો તેમાં એરિસ્ટૉટલ તથા પ્લિનીનાં પુસ્તકોના અશુદ્ધ અને ખરાબ લેટિન ભાષામાં થયેલા તરજુમાનાં પુસ્તકોનો સમાવેશ થતો હતો. એ પુસ્તકોમાં જે કાંઇ

-જ્ઞાન ઉપદેશવામાં આવ્યું હતું તેનો સૌ કોઇ વિના પ્રશ્ને સ્વીકાર કરતા હતા. બીજાં પ્રાચીન પુસ્તકો જે વિનાશમાંથી બચવા પામ્યાં હતાં તેને મઠોનાં પુસ્તકાલયોની હવડ અભરાઇએ ચડાવવામાં આવ્યાં હતાં. એક દૃષ્ટિબિંદુએ આમ થયું તે ઠીક જ થયું હતું, કારણ કે અવ્યવસ્થા અને ધમાધમના આ યુગમાં બધા પક્ષો એ મઠોને પવિત્ર ધામો ગણતા હોવાથી એ બધાં પ્રાચીન પુસ્તકો અનિવાર્ય વિનાશમાંથી બચી જવા પામ્યાં હતાં.

અરબીભાષા બોલતા લોકોની વૈજ્ઞાનિક પ્રવૃત્તિની અસર એ થઇ કે તેથી પાશ્ચાત્ય દેશોમાંના થોડા વિદ્યાપ્રેમીઓના દિલમાં જીજ્ઞાસાવૃત્તિ જાગ્રત થવા પામી, અને પરિણામે મઠોની અભરાઇઓ પર પડેલાં પુસ્તકો નીચે ઉતર્યાં અને તેનો નવેસરથી અભ્યાસ થવા માંડ્યો. આ કામમાં ભાગ લેનારા, જ્ઞાનના પુનરૂદ્ધારની નવી હીલ-ચાલમાં પહેલ કરનાર બન્યા. આ કામમાં ભાગ લેનારા પૈકી નૅધર્લૅન્ડના સાધુ ગર્બર્ટનો નામનિર્દેશ કરવો જરૂરી છે. દશમા સૈકામાં આ સાધુ, મૂર લોકોની વિદ્વાનો સીધો પરિચય કરવા સ્પેનમાં જઇ રહ્યો હતો. પાછળથી બીજા સિલ્વેસ્ટરના નામ નીચે તે પોપ બન્યો. તે સમયની અંધકારપૂર્ણ દુનિયામાં તેના જીવનની કથા તેજસ્વી કિરણશી દેખાય છે.

યુરોપમાં બુદ્ધિવિકાસની જાગૃતિનાં ખરેખરાં પહેલાં ચિહ્ન તેનાં જુદાં જુદાં મથકોમાં સ્થપાયેલી વિદ્યાપીઠની સંસ્થાઓ હતી. આ જાગૃતિ બારમા સૈકામાં શરૂ થઇ અને તેરમા સૈકામાં તો તે તેની પરાકાષ્ટાએ પહોંચી. આ વિદ્યાપીઠો તરફ વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો ઉત્તરોત્તર વધતી સંખ્યામાં વળવા લાગ્યા. તેમાં યુરોપની બધી પ્રજાઓના પ્રતિનિધિઓ જોવામાં આવતા હતા અને તે બધીમાં લૅટિન ભાષા શિક્ષણના વાહન તરીકે વપરાતી હતી. વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ

જોતાં આ વિદ્યાપીઠોમાંની સૌથી વધારે પંકાયેલી પારિસનગરમાં હતી. તે સ્થળ ઘણા લાંબા સમયથી વિદ્યાનું મથક તો હતું પણ ત્યાં વિદ્યાપીઠની સ્થાપના તો ઇ. સ. ૧૧૦૬ માં થઇ. આ વિદ્યાપીઠોમાં ઇશ્વરજ્ઞાન તથા દર્શન એ બહુ માનીતા વિષયો હતા અને તેમાં એરિસ્ટૉટલના શિક્ષણનો પ્રભાવ હતો જ. નવાં સત્યો શોધવાનો કાંઇ યત્ન કરવામાં આવતો નહતો તેમજ જુનાપુરાણા મતાગ્રહોની બાબતમાં કોઇ કાંઇ પ્રશ્ન ઉચ્ચારતું નહતુ આખાં યુરોપમાં એરિસ્ટૉટલની શિક્ષા અંધશ્રદ્ધાથી સ્વીકારતી હતી.

આવી દુનીઆમાં અને આવા વાતાવરણમાં ઇંગ્લેંડ તથા વિજ્ઞાનના યશની વૃદ્ધિ કરનાર તથા તેના સમયનાં બળો પર સરસાઇ મેળવવા નિર્માણ થયેલા એક પુરૂષનો જન્મ થયો હતો. કુદરતની તપાસણી તથા જ્ઞાનની વૃદ્ધિના અરૂણ તરીકે વિજ્ઞાની અને સત્યજ્ઞાનની ઝાંખી કરનાર રૉજર બૅકનનું નામ હમેશને માટે કાયમ રહેશે.

## ૨. અંધકારમય યુગોમાં તત્વજ્ઞાનની દશા.

અગીઆરમા અને બારમા સૈકામાં તત્વચિંતનની સામાન્ય સ્થિતિની સમાલોચના કરવાથી રૉજર બેકને કરેલી વિજ્ઞાનની સેવાની કિંમત આંકવામાં આપણને બહુ સહાય મળશે. વિશ્વનું સ્વરૂપ તથા તેમાં મનુષ્યનું સ્થાન એ પ્રશ્નને લેવા દેવા છે ત્યાં સુધી તો એના વિચારો એપુલિયસે જેનો તરજુમો કરેલો છે તથા કાલ્સિડિયસે જેની પર ટીકા લખી છે તે પ્લેટોના " ટિમીયસ " નામના પુસ્તકમાં દર્શાવેલા છે તે જ છે. આખું મધ્યયુગીન વિજ્ઞાન ખરી રીતે જે કેંદ્રસ્થ સિદ્ધાંત ઉપર ઉભું કરવામાં આવેલું છે તે " પિંડે તે જ બ્રહ્માંડે " એ સિદ્ધાંતનો તેમાં સમાવેશ થઇ જતો હતો. આ સિદ્ધાંત એવું શીખવતો હતો કે પ્રકૃતિ તથા ચારિત્રનાં પૂર્ણપણે જાણી

શકાય એવાં બળોના પરસ્પર થતાં કાર્યથી માણસનું ભાવી ઘડાય છે. પિંડરૂપ મનુષ્ય તેની આસપાસનાં વિશ્વરૂપ બ્રહ્માંડને પ્રતિબિંબિત કરે છે. આ વિધિ કેવે પ્રકારે તથા કેટલી હદે થતો હતો તે પ્રશ્ન, તે "અંધકારયુગ"ના "મધ્યયુગીન" તત્ત્વચિંતકોની આગળ પડયો હતો, અને એ વિષયના અભ્યાસને "જ્યોતિષ"નું નામ આપવામાં આવ્યું હતું. પ્લેટોનાં લખાણોમાંથી મળેલા એ સિદ્ધાંતની, આ વિશ્વની ઘટના પરત્વેની એરિસ્ટૉટલની કલ્પનાથી મોટા પ્રમાણમાં અભિવૃદ્ધિ થઈ હતી. પાછળથી થયેલા ગ્રીક તત્ત્વચિંતકો એવું શીખવી ગયા કે આપણી પૃથ્વીપરનાં પિંડોમાં થતા વિકારનાં કારણ માટે, ઉંચે આકાશમાં થતા સમાંતર ફેરફારો આપણે તપાસવા અને જાણવા જોઇએ. તેઓ એમ માનતા હતા કે રાત્રિ અને દિવસ શિયાળો તથા ઉનાળો, વૃદ્ધિ અને ક્ષય જેવા નિયમિત એક પછી એક બનતા બનાવો, આકાશમાં તારાઓની વર્તુલ માર્ગોમાં થતી નિયમિત ગતિને અનુસરી થતા હતા. બીજા હાથ પર ઘણા ઘડીઘડીમાં બદલાતા, તથા જેનું ભવિષ્ય અગાઉથી ભાખી ન શકાય એવા નિત્ય જીવનનાં બનાવો ગ્રહોની અનિયમિત ગતિને વશ વર્તતા હતા, લેખક ઉપર લેખો આ વિષયને ખૂબ ઝીણવટથી વિસ્તારી વિસ્તારીને છપયો છે.

તે દિવસોમાં તત્ત્વચિંતનની દુનિયાનાં આ દષ્ટિબિંદુ અને આ સ્થિતિ હતાં. તેમાંથી ઉગી નીકળેલું જ્યોતિષશાસ્ત્ર, જેને આજે આપણે ઉપહાસવૃત્તિથી જોઇએ છીએ તે તે સમયનો તદ્દન કુદરતી તથા અનિવાર્ય વિપાક હતો એ રહેજે સમજાશે. પાછળથી એ વિદ્યા "ધૂર્ત શાસ્ત્ર"માં અવનત થવા નિર્માણ થયેલી હતી અને પરિણામે તે યોગ્ય રીતે અપયશ તથા તિરસ્કારનો વિષય બની ગઇ છે, પણ મધ્યયુગના આરંભકાળમાં તો તે શુદ્ધ તત્ત્વચિંતન હતું અને તે તરીકે તેના તરફ આપણે સાદર લક્ષ આપવાની જરૂર છે.

યુરેાપમાં ગ્રીક-અરબ્બી સંસ્કૃતિ ધીમે ધીમે અને અટકતી, ખેંચાતી ઝમી આવવાની શરૂઆત થઇ ત્યારે વિજ્ઞાનેા પ્રેમ કેવી રીતે સજીવન થયેા તે અમે બતાવ્યું છે. તેરમેા સૈકેા આવતાં "સ્કોલેસ્ટિયુગ "ના ( પંડિતયુગ ) નામથી ઓળખાતા જમાનામાં એક નવેા ઝોક આગળ પડતેા થતેા જોવામાં આવે છે, અને હેલ્સનેા અલેગ્ઝાંડર, રૉબર્ટ ગ્રોસ્ટેટ, આલ્બર્ટસ મેગ્નેસ અને સેંટ ટેામસ એક્વિનાસ જેવાને હાથે તેને પેાષણ મળવા પામે છે. આ સમયે તેા વિદ્યાપીઠોની પાકી જમાવટ થઇ ચુકી હતી. ગ્રીક ભાષાનેા અભ્યાસ થવા માંડયેા હતેા અને ઍરિસ્ટૉટલનાં વિજ્ઞાન વિષયનાં પુસ્તકો વધારે પ્રમાણમાં મળતાં થયાં હતાં.

આ નવેા ઝોક પેદા કરવાનું માન મેાટે ભાગે મહાન રેાબર્ટ ગ્રોસ્ટેટના નેતૃત્વ નીચે કામ કરતા ફ્રાંસિસ્કન સાધુઓના મંડળને ભાગ જાય છે. પાછળથી લિંકનના વડા પાદરી તરીકે રેાબર્ટ ગ્રોસ્ટેટે ગણિત, દૃષ્ટિશાસ્ત્ર ( ઑપ્ટિક્સ ) સૃષ્ટિવિજ્ઞાન, સાહિત્ય તથા પરદેશી અને પ્રાચીન ભાષાઓ-આવા વિષયનેા અભ્યાસ કરી તે તે વિષયોમાં અનેક પુસ્તકો લખ્યાં. આ ટોળીના એક સભ્ય રૉજર બેકને તેમાનું મેાટા ભાગનું કામ કર્યું એટલે હવે આપણે તેની તરફ તથા તેણે કરેલા કાર્ય તરફ લક્ષ દેારીશું.

## ૩. રૉજર બેકન

રૉજર બેકન ઘણું કરીને ઇ. સ. ૧૨૧૪ માં સમરસેટશાયર-ના ઇલ્ચેસ્ટરની સમીપમાં જન્મ્યેા હતેા. તે એક પ્રાચીન ધનાઢય અને પ્રતિષ્ઠિત વંશનેા હેાય એમ જણાય છે. ઇ. સ. ૧૨૫૮ થી ૧૨૬૫ સુધીના ગાળામાં ઇંગ્લૅંડના હેત્રી રાજાએ તેના ઉમરાવેા સાથે યુદ્ધ આદર્યું હતું તેમાં એ વંશના ઘણા સભ્યેાએ પેાતાનાં ભાગ્ય હેામી દીધાં હતાં. તેર વર્ષની નાની વયે તેણે ઘરમાં જ વિદ્યાભ્યાસ

શરૂ કર્યો અને આગળ જતાં તે ઑક્ષફર્ડની વિદ્યાપીઠમાં જોડાયો. અહીં પાછળથી કૅંટરબરીના વડા ધર્મગુરૂ થયેલા એડમંડ-રિચનાં એરિસ્ટૉટલ પરનાં વ્યાખ્યાનોમાં તેણે હાજરી આપી અને બહુ થોડાં સમયમાં અસાધારણ જ્વલંત શક્તિવાળા તરૂણ વિદ્યાર્થી તરીકે તે ઝળકી ઉઠ્યો. ઑક્ષફર્ડમાં હતો તેવામાં જ તે એડમંડ-રિચના બીજા એક શિષ્ય રૉબર્ટ ગ્રોસ્ટેટના પ્રભાવ નીચે આવ્યો. એક ગ્રીક સાધુનો સમાગમ થવાને પરિણામે ગ્રોસ્ટેટે ગ્રીક ભાષાનો કાળજી ભર્યો અભ્યાસ કર્યો અને તેની પ્રેરણા નીચે રૉજર બેકને પણ તે ભાષા શીખવાનો પ્રયત્ન કર્યો. એ ભાષાના અભ્યાસ દ્વારા તેણે ગ્રીક વિજ્ઞાનસાહિત્યના વિપુલ ભંડોળનો પરિચય કરવાની ઇચ્છા કરી હતી. તેની કારકીર્દિના પાછલા ભાગમાં એ પરિચય તેને ખરેખર ખૂબ ઉપયોગી થઇ પડયો હતો. રૉજર બેકનનો આપણા સ્મરણમાં ચિરસ્થાયી રહેવાના મોટા દાવામાંનો એક તો એ છે કે ગ્રીક ભાષામાં વિજ્ઞાનનાં જે કાંઇ પુસ્તકો હતાં તેનો સીધો તરજુમો કરાવી સારાં પાઠ્ય પુસ્તકો ઉપજાવી કાઢવાની અગત્ય તરફ તેણે વિદ્વાનોનું ધ્યાન ખેંચ્યું હતું.

તે સમયની પ્રથાને અનુસરી બેકન ઑક્ષફર્ડમાં અભ્યાસ પૂરો કરી પારિસ ગયો. પારિસનું વિદ્યાપીઠ તે સમયે યુરોપનાં સર્વ વિદ્યાપીઠોમાં શ્રેષ્ઠ ગણાતું હતું અને બુદ્ધિમાનોની દુનિયામાં સર્વને પોતાની તરફ ખેંચનાર કેંદ્ર થઇ પડયું હતું. અહીં પણ તેની કારકીર્દિ અતિશય ઝળકતી હતી.

ઇ. સ. ૧૨૫૦ માં તે ઑક્ષફર્ડ પાછો ફર્યો અને બહુ વિશાળ ક્ષેત્રમાં અભ્યાસ અને શોધખોળનો ક્રમ તેણે હાથ ધર્યો. જે જુદા જુદા વિષયોનો તેણે અભ્યાસ કરવા માંડયો તે જેટલી હદે આગળ વધેલા તેને જણાયા તેનાથી બહુ આગળ લઇ જવા તેણે

હાડી શોધો ચલાવી અને તેની અથાગ મહેનતને પરિણામે તે તે વિષયો બહુ સમૃદ્ધ થયા. તેના કથનાનુસાર વીસ વર્ષના ગાળામાં તેણે પુસ્તકો, યંત્રો તથા ઉપકરણો પર બે હજાર પાઉન્ડ જેટલી રકમ ખર્ચી નાંખી. તે સમયની નાણાંની કિંમત જોતાં એ રકમ ખરેખર બહુ જ ભારે ગણાય. એ રકમ મોટે ભાગે તેના મિત્રો તથા પ્રશંસકોએ ફાળારૂપે આપેલી હતી.

આ ગાળામા તે તેની કીર્તિની પરાકાષ્ઠાએ પહોંચ્યો હતો, પણ યશની જોડે જોડે તે બદલનો દંડ પણ તેને આપવો પડયો. તેની ઇર્ષ્યા કરનાર તેમજ તેને નુકશાન પહોંચાડનાર વ્યકિતઓ કાંઇ ઓછી ન હતી. ઇ. સ. ૧૨૫૩ માં તેના બહુ લાગવગ ધરાવનાર આશ્રયદાતા બિશપ ગ્રોસેટેના મરણ પછી તેમનું જોર બહુ વધી ગયું. અજ્ઞાનના અંધકારમાં ગરક થઇ ગયેલી દુનીઆમાં બેકન જીવતો હતો એ યાદ રાખવું જોઇએ. ખરા અભ્યાસી બહુજ થોડા હતા પણ ઢેભાગુ અને ઢોંગીઓ ઘણા હતા. ધર્મસંઘનો પ્રભાવ બહુ ભારે હતો, અનેતે વર્ગના લોક "જાદુઇ કળા"ના ગોળ ગોળ નામ નીચે આવતા પ્રયોગો તરફ શંકા અને દ્વેષની નજરે જોતા. બેકનની નિંદા કરનારાઓએ તેનું પતન કરવાના લાગ તરીકે ઉપલી હકીકત પકડી લીધી.

બકનની તથા સુમનો ઉપયોગ જાદુ કળા જોડે કેટલો નિકટ સંબંધ ધરાવનારો છે એ વાત તે સમયના ધર્મમંધને ગળે ઉતારવી કેટલી સહેલી હતી તે આપણે સારી રીતે સમજી શકીએ એમ છે. કમનશીબે કાયરબેકને ધર્મસંઘ વિષે લખતાં વ્યવહારૂપણું છોડી જરા વધારે ખુલ્લા દીલથી ટીકાઓ કરી હતી. તેણે તેમનાં અજ્ઞાન તથા ચારિત્રની ખામી વિષે છુટથી લખ્યું હતું. અને પોપ ઇનોસંટ ચોથાને ધર્મસંઘમાં સુધારની જરૂર વિષે છુટથી લખવા જેટલો તે આગળ વધ્યો હતો. તેનાં આવાં લખાણો

તેના દુશ્મનો મુગે મોઢે ઓછા જ સહન કરી લે એવા હતા પણ વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં પહેલ કરતા; ઘણાં વિચારકોની પેઠે ફ્રાંસ બેકન અંતરના અવાજને માન આપનાર અને પોતાને સાચી લાગતી વાત પર મક્કમ રહેવાની હિંમત ધરાવનાર પુરુષ હતો. મઠનું સાધુ જીવન સ્વીકારવામાં એનો હેતુ શોધખોળ માટે વધારે અવકાશ મેળવવાનો અને તેમ કરી "ધર્મસંઘનાં પ્રતિષ્ઠા અને શાંતિમાં સંગીન વૃદ્ધિ કરે" એવી શોધો કરવાનો હતો એવી દલીલ તેના તરફે પક્ષકારો તરફથી કરવામાં આવે છે. તે આગળ ચલાવ્યું કે "બધી ધર્મ વિરોધી માન્યતાઓને જડમૂળથી ઉખેડી નાખવાનો તથા ખ્રિસ્તિના દુશ્મનના રાજ્યનો ઉચ્છેદ કરવાનો સૌથી અકસીર ઉપાય સૃષ્ટિ વિજ્ઞાનની યથાર્થ પદ્ધતિને પૂર્ણ કરવામાં જ રહેલો છે"

તેણે લીધેલી કાળજીના બદલામાં પાછળથી "સીરાફિક" નામથી જાણીતા થયેલા ફ્રાંસિસ્કન સંપ્રદાયના સરદાર બોનાવેન્ચુરાના હુકમથી તેને વિદ્યાપીઠના વિદ્યાર્થીઓ આગળ વ્યાખ્યાન કરવાની મના કરવામાં આવી. ઇ. સ. ૧૨૫૭માં તેને પારિસ મોકલવામાં આવ્યો અને ત્યાં પોર્ટસેંટ માઇકલ આગળના ફ્રાંસિસ્કન મઠમાં તેને કેદ કરવામાં આવ્યો. દશ વર્ષ સુધી તે એ જગાએ સખત નજરકેદમાં રહ્યો.

પહેલાં તો એ નજરકેદમાંથી એની મુક્તિ થવાની આશા નહિ જેવી જ હતી, પણ થોડાં વર્ષ પછી તેના સાંભળવામાં આવ્યું કે વિલાયતમાં પોપના પ્રતિનિધિ તરીકે ગાઇ-દ-ફૉલ્કસને નીમવામાં આવ્યો છે. તે સમય જેના એ આદમી કાંઇ અજબ ઉદાર વૃત્તિનો હતો. ગાઇએ એ મોટા તત્ત્વચિંતક વિષે સાંભળ્યું હતું. વળી વિલાયતમાં તેનું રાજકીય વલણ ઉમરાવોની વિરૂદ્ધ અને રાજા ત્રીજા હેન્રીની

તરફનું હતું તે કારણે બેકનના કુટુંબ જોડે એને દીલસોજ સંબંધ બંધાયો.

ઇ. સ. ૧૨૬૫ માં ચોથા કલીમેંટના નામ નીચે ગાઇ–ડ–ફૉલ્કસ પોપને પદે નીમાયો. બેકને એ ખબર સાંભળી ત્યારે એને લાગ્યું કે હવે તેની મુક્તિની પળ આવી પહોંચી છે. નવા પોપનું તત્ત્વચિંતનનું વલણ જાણવાને કારણે તેણે તેની તરફે એક અરજ રવાના કરી, તેમાં તેણે જણાવ્યું હતું કે "સમગ્ર દુનીઆને લાભ કરે એવી પ્રવૃત્તિમાં લાગુ થઇ જવા પ્રેરણા કરનાર તેના ઉચ્ચ પદ માટેના આદરને કારણે, પોતાને જકડતા અંતરાયોની હયાતીમાં બની શકે તથા પોતાની યાદદાસ્ત જેટલે અંશે મદદ કરે તેટલે અંશે પોતાની તમામ શકિત ખર્ચી, ખરાં તત્વજ્ઞાનની નિયમબદ્ધ પદ્ધતિ ઉપજાવી કાઢવા તે તૈયાર હતો." તેની આ માગણી મંજુર કરવાની વૃત્તિવાળા કાનો પર પડી અને ઇ. સ. ૧૨૬૬ માં પોપે "તેના પ્યારા પુત્ર બેકન નામ ધારી ફ્રાયર્સ–માઇનોર સંપ્રદાયના ફ્રાયર રૉજરને" પત્ર લખ્યો અને તેમાં બનતી ઝડપે તેના પુસ્તકની નકલ મોકલી આપવા આમંત્રણ આપ્યું.

પોતે માથે લીધેલું કામ પુરું કરવામાં રૉજર બેકન કામે લાગ્યો. તે કેદી હતો. વર્ષો થયાં તેની પાસે કાંઇ જ યંત્રો હતાં નહિ. પુસ્તકો પણ ઘણું કરીને બહુ જ જુજ હતાં તથા નિષ્ણાત નકલ કરનારા લહીઆ તેની મદદમાં હતા નહિ એ બધું યાદ કરીએ છીએ ત્યારે તેના કાર્યની કઠણાઇ તથા મહત્તાનો ખ્યાલ આપણને આવે છે. તેની પાસેનાં સાધનોમાં માત્ર તેની ઉત્કૃષ્ટ સ્મરણ શકિત તથા અદમ્ય હિંમત હતાં. અરાઢ મહીનાના ગાળામાં તેની કીર્તિના આધારરૂપ ત્રણ મોટાં પુસ્તક તેણે તૈયાર કર્યાં. તે પુસ્તકો અનુક્રમે "ઑપસ મેજસ," "ઑપસ માઇનસ" અને

"ઑપસ ટર્શિયમ'" એ નામથી જાણીતાં છે. એ પુસ્તકોની પ્રસિદ્ધિથી જેને માટે તે વર્ષો થયાં તલસી રહ્યો હતો તે બંધનમુક્તિ તેને મળી. ઈ. સ. ૧૨૬૮ ના વર્ષમાં, દશ વર્ષથી વધારે લાંબી ગેરહાજરી બાદ બેકનને ઑક્ષફર્ડ પાછા ફરવાની રજા આપવામાં આવી.

પણ આ તત્ત્વચિંતક માટે હવે બુદ્ધિમંથનનો નવો યુગ બેઠો અને ૧૨૭૧ માં "કોમ્પેન્ડિયમ સ્ટડીઆઇ ફિલોસોફી" નામના એક મોટા જ્ઞાનચક્ર જેવા પુસ્તકનો પહેલો ભાગ તેણે પ્રસિદ્ધ કર્યો. તેને મળેલું સ્વાતંત્ર્ય ફરી પાછું મર્યાદિત થવા નિર્માણ થયું હતું. બેકનના દુશ્મનો તો ત્યારે તેટલા હતા પણ પોપનો તેના પ્રત્યેનો મિત્રભાવ સૌ જાણતા હતા અને તેજ તેની સલામતીનો એક માત્ર આધાર હતો. કમનશીબે પોપ ક્લીમેંટ ચોથો બહુ થોડા સમયમાં મરણ પામ્યો એટલે ધર્મો અને મતાગ્રહભર્યાં અજ્ઞાનના તોફાની વાદળ ફરી પાછાં ઘેરાયાં. "જાદુઈ કળા" અથવા તાંત્રિક વિધિઓની સાધના કરવાનો આરોપ ફરીવાર તેની પર મુકવામાં આવ્યો. ફ્રાન્સિસ્કન સંપ્રદાયના નવા વડા અધિકારી જેરોમ ડી એસ્ક્યુલો આગળ તેની પર કામ ચાલ્યું. તેનાં લખાણો ફરીવાર દોષપાત્ર મનાયાં અને પારિસના ફ્રાન્સિસ્કન મઠમાં એને ફરીવાર કેદ કરવામાં આવ્યો. આ બનાવ ૧૨૭૮ માં બન્યો.

બેકનની ઉમર હવે ચોસઠ વર્ષની થઈ હતી અને દેખીતી રીતે પહેલાંના જેવી પરદેશની લડમારી વેઠવાની શક્તિ તેનામાં હવે રહી નહોતી. ફરીવાર પ્રયોગ અને શોધખોળ કરવાની સવડોથી તે વંચિત થયો, પણ સદ્ભાગ્યે તેને તેમનાં પુસ્તક મેળવવાની રજા મળી હતી. ચૌદ વર્ષના આ બીજા કારાવાસ દરમિયાન, તત્ત્વચિંતનના ક્ષેત્રની વિશાળ મર્યાદા ગ્રહના વિવિધ વિષયો પર પુસ્તકો લખવાનું તેણે ચાલુ રાખ્યું તે તેનાં ખંત અને હામની પૂરી સાખ પૂરે છે.

૧૨૯૨ માં તેને કેદમાંથી છુટો કરવામાં આવ્યો. હવે તો તે બુઢ્ઢો થઇ ગયો હતો, પણ તેની શક્તિઓ કાંઇ મારી ગઇ નહતી. ઑક્ષફર્ડમાં તેના સંપ્રદાયની મહાશાળામાં તે પાછો ફર્યો અને "કોમ્પેન્ડિયમ ઑફ થીઓલૉજી" નામનું પોતાનું છેલ્લું મોટું પુસ્તક તેણે લખી નાંખ્યું. જીવનના છેલ્લા દિવસો એણે શાંતિમાં વીતાડયા અને ૧૨૯૪ ની ૧૧ મી જુને એંશી વર્ષની વયે તે મરણ પામ્યો. ફ્રાંન્સિસ્કનોના દેવળમાં તેને દાટવામાં આવ્યો. તેની કબરનાં કાંઇ નામ નિશાન રહેવા પામ્યાં નથી.

## ૪. બેકનનાં વૈજ્ઞાનિક લખાણો

બેકનનાં લખાણો બહુ કાળે ધીમે ધીમે પ્રકાશમાં આવવા પામ્યાં છે. તેનું મરણ થતાં તેનાં પુસ્તકો દાબી ધાલવામાં આવ્યાં હોય એમ જણાય છે. સુભાગ્યે તેનો નાશ ન કરવામાં આવ્યો. એમાંનું સૌથી પહેલું પ્રસિદ્ધ થનારું " ઑન ધ માર્વેલસ પાવર ઑફ આર્ટ એન્ડ નેચર " એ નામનું પુસ્તક, તેના જીવન દરમિયાન તેની સામે ફેંકાયેલા જાદુ ક્રિયાના આરોપો માટે કદાચ જવાબદાર હતું. એક જુના તરજુમામાંથી અમે નીચેનો સચોટ અસર કરે એવો ફકરો ટાંકીએ છીએ. તે ઉપરથી તેના સમકાલીનો પર તેની કેવી અસર થઇ હશે તેની વાચક સહેજે કલ્પના કરી શકશેઃ—

' પ્રથમ તો કળાની કરામતથી નૌચાલનનાં એવાં યંત્રો તૈયાર થઇ શકશે કે તે માણસની મદદ વગર ચાલશે. દાખલા તરીકે મોટા સમુદ્રની પાર જતાં મોટાં વહાણ જેને એક જ માણસ ચલાવશે અને છતાં ખલાસીઓથી ભરચક વહાણ હંકારાય તેનાથી વધારે ઝડપે તે પાણી કાપશે; વળી એવા રથો કે જે વર્ણવી ન શકાય

એવા બળથી ચાલશે અને તેને ચાલતાં કરવા કોઇ સજીવ પ્રાણી નહિ જોઇએ. એજ રીતે એક ઉડતું યંત્ર કરી શકાય. તેની અંદર એક આદમી બેસે અને એન્જીનને ચાલુ કરે એટલે પંખીની પાંખોની પેઠે એ યંત્રની કૃત્રિમ પાંખો હવા પર ઝાપટો મારવા માંડે.

પણ ભૌતિક કરામતો તો એથીય વધારે વિચિત્ર છેઃ કારણ કે તેનાથી તો એવા કાચ અને આયના બનાવી શકાય કે એક ચીજ અનેક બનેલી જણાય અને એક આદમીને બદલે આખા લશ્કર જેટલાં આદમી જોવામાં આવે અને એક ચંદ્ર અને સૂરજને બદલે અનેક સૂર્ય ચંદ્રો દેખાય. વળી એવાં યંત્રો બનાવી શકાય કે તેનાથી દૂર દૂર આવેલી ચીજો આપણી છેક પાસે આવી પડેલી જણાય.'

આ ફકરો તેરમા સૈકામાં લખાયો હતો અને બેકનને તે વખતે થયેલી ઝાંખીઓમાંની કેટલીક છેક વીસમા સૈકામાં મૂર્તરૂપ લેવા પામી છે, એ વાત યાદ કરીએ છીએ ત્યારે એનો લેખક તેના સમયથી કેટલો આગળ વધેલો હશે તેનો ખ્યાલ આપણને આવે છે.

બંદૂકમાં ફોડવાના દારૂની શોધ બેકને કરી એ માન્યતાને કારણે ઘણા ભણેલા વર્ગના લોક તેને સારી પેઠે યાદ કરે છે. રસાયન શાસ્ત્રના પુરોગામી રૂપ કીમિયાગીરિનો તે બહુ ઊંડો અભ્યાસી હતો એ તો નિઃસંદેહ વાત છે. તેના સમયમાં કીમિયાગીરિ એ રહસ્યભરી અને ગંભીર વિદ્યા હતી. એ વિદ્યા આરબ લોકોએ ખૂબ જ વધારી દીધી હતી. બધી હલકી ધાતુઓનું સોનું બનાવવું અને અમરત્વની દવા શોધી કાઢવી એવા એ વિદ્યાના મુખ્ય હેતુઓ હતા. ગૉડફ્રાઇન્ડ નામનો સત્તરમા સૈકાનો એક વિદ્વાની જે બેકનનો શિષ્ય હતો તે એવો દાવો કરે છે કે મનુષ્યની જીંદગી લાંબી કરે એવાં સોનાનાં સત્વની શોધ કરવામાં ફ્રાયર બેકન સફળ થયો હતો.

"સીક્રેટસ ઑફ નેચર એન્ડ આર્ટ" નામના પુસ્તકમાં બંદુકના દારૂની બાબતમાં નીચેનો ફકરો મળી આવે છે. 'સુરોખાર તથા બીજાં ઘટકોમાંથી એવી આગ બનાવી શકાય છે કે જે આપણે ઇચ્છીએ તેટલે દૂર બળે' વળી આગળ ચાલતાં આવે છે કે 'વળી કુદરતમાં થતા કડાકા ધડાકા કરતાં વધારે ભય પેદા કરે એવા ગાજવીજ અને પરસ્પર પછડાટના અવાજ હવામાં કરી શકાય; કારણ કે યોગ્ય મેળવણીથી બનાવેલો માણસના અંગુઠા જેટલો નાનો પિંડ, અતિશય ભયંકર અવાજ કરે છે અને તેના ધડાકાથી ખૂબ ભાંગતોડ કરે છે અને તે કાર્ય જુદી જુદી રીતે થાય છે. દીવા અને ધડા ભાગતાં તેમાંથી અવર્ણનીય અવાજ સાથે નીકળતા અગ્નિએ અસંખ્ય મિડિએનાઇટસનો નાશ કર્યો એ ગીડિયનની કરામતની પેઠે આખા શહેરનો કે આખા લશ્કરનો નાશ કરી શકાય."

દારૂની બનાવટની વિધિની બેકનને પૂરી જાણ હતી એ બાબત આ ફકરો વાંચ્યા પછી જરાય સંદેહ રહેતો નથી. વળી તેનાં પુસ્તકમાં ગુપ્તાક્ષરમાં ફેડવાનો દારૂ બનાવવાની વિધિ જડી આવી છે.

યથાર્થ રીતે જેને ગણિતશાસ્ત્રી કહી શકાય તેવો બેકન નહતો. તેના સમયમાં જેટલી હદે ગણિતનો વિષય ખેડાયો હતો, તેનો તેને સારો પરિચય હતો; છતાં તેમાં તેણે કાંઇ નવો ફાળો આપેલો નથી, કારણ કે ગણિતના અભ્યાસની વૃદ્ધિ કરતાં વ્યવહારમાં તેને કામે લગાડવામાં તેને વધારે રસ હતો. આમ છતાં તેને તેની કિંમતની યથાર્થ સમજણ હતી અને તે વિષયની અગત્યનું વિવેચન કરતાં તે કદી અટકયો નથી. બીજાં બધાં વિજ્ઞાનોના "દ્વાર તથા કુંચી" તરીકે તે તેનો ઉલ્લેખ હમેશાં કરે છે.

બેકન વળી ખગોળ વિદ્યામાં પણ ખૂબ કુશળ હતો, જો કે

તેના સમયના સર્વત્ર પ્રચલિત નિયમને અનુસરી,[1] તારાની ગતિઓ મનુષ્યના જીવન પર અસર કરે છે એવી તેની માન્યતા હતી. ખરૂં પૂછાવો તો તે જ્યોતિષમાં માનતો હતો, અને તે તો એમ પણ માનતો હતો કે ધર્મોની ઉત્પત્તિનો આધાર ગ્રહોના યોગ પર હતો. આજે આપણે જ્યોતિષને ગલત માનીએ છીએ તે છતાં તેના સમકાલીનો કરતાં ખગોળવેત્તા તરીકે તે બહુ ચઢીઆતો હતો એ વાત વિવાદાસ્પદ નથી.

છેલ્લે છેલ્લે હવે " દષ્ટિશાસ્ત્ર "માં બેકને કરેલા કાર્ય પર આપણે આવીએ છીએ. અહીં પણ તેની બુદ્ધિની પ્રભા વિષે શંકાને સ્થાન રહેતું નથી. ગોળાકાર દર્પણ તથા આગીઆ કાચના ( દલ કાચના ) ધર્મોની તેને માહિતી હતી એ વાતના પૂરતા પૂરાવા છે. નીચેનું સંક્ષિપ્ત ઉદાહરણ આપો આપ જે કહેવાનું તે કહી દે એમ છે. વહીબહન પભાડતી સપાટી અથવા ગોળાકાર દર્પણમાંથી કોઇ પદાર્થ જોતાં તે પદાર્થની પ્રતિમા આંખપર જે ખૂણે પડે છે, તેની ચર્ચા કરતાં તે તેના " ઓપસ મેયસ " નામના પુસ્તકમાં લખે છે ને ભાગમાંથી તે ઉદાહરણ છે. એ ચર્ચામાં તે પાણીમાં બોળેલું હલેસું વાંકુ દેખાય છે તે બીના તથા પ્યાલાની કોર ઉપરથી જોતાં આંખે ન દેખાય એવા પ્યાલામાં મુકેલો સિક્કો, તે પ્યાલામાં પાણી રેડતાં દેખાવા માંડે છે, એ વાત તે લાગુ પાડે છે અને પછી ક્ષિતિજ આગળ આવતાં સૂર્ય તથા ચંદ્ર મોટા કેમ દેખાય છે તેની ચર્ચા કરે છે અને પછી તે નીચે મુજબ આગળ ચાલે છે.

" કોઇ પુસ્તકના અક્ષર તેની પર સાદી બેસણી પર મૂકેલા કાચના ગોળાના નાના વર્તુલ ખંડમાંથી જોવામાં આવે તો તે વધારે સારા અને મોટા જણાય છે, કારણ કે ગોળાકાર વાહનના પાંચમા સિદ્ધાંત મુજબ તેનો ગોળાટ આંખ તરફ છે, અને અક્ષર તેની નીચે તથા તેના કેંદ્ર અને ગોળાટની વચ્ચે

મૂકેલા છે, તેથી આ બધા સંજોગો ભેગા મળી તેને છે તેથી મોટા કદના બતાવે છે. તે વસ્તુ છે તેના કરતાં તેની પ્રતિમા આંખની વધારે પાસે, મૂળ વસ્તુ કરતાં મોટી અને મૂળ વસ્તુ કરતા વધારે મોટે ખૂણે જોવામાં આવે છે, કારણ કે એ વસ્તુ તે કાચના કેંદ્ર તથા આંખની વચ્ચે છે. આવું યંત્ર ઘરડાં આદમીઓને તથા નબળી આંખવાળાઓને બહુ ઉપયોગી છે, કારણ કે ઝીણામાં ઝીણા અક્ષરોને પણ તેઓ પૂરતા મોટા કદના થયેલા જોઇ શકે છે. "

આ ફકરામાં આપણે ચશ્માનો સિદ્ધાંત સ્થાપવાનો યત્ન સ્પષ્ટ રીતે જોઇ શકીએ છીએ અને આપણને જણાય છે કે દલ -કાચનો ( લેન્સીસ ) ચશ્મા બનાવવામાં ઉપયોગ થવા માંડયો તે ખરેખર એના જ સમયની નવી શોધ હતી.

બેકનને દુરબીનની ખબર હતી કે નહિ એ પ્રશ્ન પર ખૂબ તીવ્ર ચર્ચા થઇ રહેલી છે. બેકને એવા યંત્રની યોજના કરી હતી અથવા ખરેખર એવું યંત્ર બનાવ્યું હતું એ હકીકતની વિરૂદ્ધ એકંદર રીતે અભિપ્રાય થતો જણાય છે. એમ છતાંય પાછળથી ગોળ ઉપસેલા કાચોની ગોઠવણીથી દુરબીન તથા સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રો બનાવવામાં આવ્યાં છે, તેવી ગોઠવણીની શકયતાનું તો તેને ભાન હતું જ. દુરબીન છેક સત્તરમા સૈકા સુધી વ્યવહારોપયોગી રૂપમાં બનાવવામાં આવ્યું નહતું અને ગેલીલીઓએ જ પહેલીવાર તેને નભમંડળ તરફ ફેરવ્યું હતું. એ વાત યાદ કરો એટલે આ મહાન પુરૂષ તેના સમયથી કેટલો આગળ વધેલો હતો તથા તેના વિચાર કેટલા આગળ વધેલા હતા તે તુરત સમજાઇ જશે.

બેકનની આસપાસની દુનીઆ કેવી અજ્ઞાની સ્થિતિમાં હતી તેના ખરા ખ્યાલની વાચકના મનપર છાપ પાડવા અમે યત્ન કર્યો

છે, કારણ કે તે સિવાય એની યાદદાસ્તને પુરતો ન્યાય આપવાનું કામ અશક્ય છે. સ્વતંત્ર તપાસ, પ્રયોગ તથા અવલોકનના બહાદુર હિમાયતી તરીકે બેકન આગળ તરી આવે છે, અને તેનું આખું જીવન વિજ્ઞાન અને વિદ્યાની પ્રગતિમાં અટકાવ કરનાર 'મતાગ્રહી સત્તાની જંજીરો' સામે એક ચાલુ વિરોધરૂપ હતું.

એક એવો સામાન્ય ખ્યાલ ચાલુ છે કે તેની આસપાસના લોકોની બુદ્ધિની જડતાને કારણે એના યત્નો નિષ્ફળ ગયા. બેકનનાં જીવન તથા કૃતિઓની ઘણીખરી ટીકાઓથી એ મતને ઉત્તેજન પણ મળે છે. પણ એ ખ્યાલ ખોટો અને ગેરવ્યાજબી છે. 'બેકન એ કાંઈ, છુટો છવાયો બનાવ નહતો, પણ વિજ્ઞાનની અભિવૃદ્ધિની સાંકળમાં અગત્યની કડી છે.' દાખલા તરીકે તેનો શિષ્ય જૉન પેકામ ઑક્ષફર્ડમાં ફ્રાન્સિસ્કનો આગળ વ્યાખ્યાનો આપતો. ત્યાંના બીજા વ્યાખ્યાનકાર હર્ફોર્ડે બેકનનાં બધાં હસ્તલિખિત પુસ્તકો કાળજીપૂર્વક એકઠાં કર્યાં હતાં. 'પરસ્પેક્ટિવ'ની હાથ-નકલોના રૂપમાં એ પુસ્તક ચૌદમા અને પંદરમા સૈકામાં પ્રમાણભૂત હતું એવા પુરાવા આપણને મળે છે. એથી આગળ નજર નાખતાં આપણને જણાય છે કે વચલા ગાળાનાં લખાણો દ્વારા કોલંબસ અને કોપર્નિકસ બંને પર બેકનનો પ્રભાવ પડયો હતો.

એક મહાન ઑક્ષેલીવનના શબ્દોમાં આ માણસ 'ધર્મસંઘના જુલમના ભોગ થઈ પડેલાંની લાંબી યાદીમાં કદાચ પહેલો હતો. ધર્મગુરૂઓની અકારી થઈ પડેલી-બીજાના હક્કો પર તરાપ મારવાની-નીતિ સામે બુદ્ધિ અને નીતિના સ્વાતંત્ર્યની તરફદારી કરનાર સાહિત્ય અને વિજ્ઞાનના પ્રજાસત્તાક તંત્રના યશસ્વી દેશભક્તોની રોળી જોડે તેનું નામ જોડાયેલું છે.' તે સમયમાં થઈ ગયેલા આ માણસને જેટલું માન આપીએ તેટલું ઓછું.

# કૉપર્નિકસ

## ૧. વૈજ્ઞાનિક તપાસનું પુનરુજ્જીવન

તેરમા સૈકામાં અન્વેષણ અથવા કાર્યકારણની તપાસણીના ઉત્સાહની જાગૃતિનાં આછાંઆછાં ચિહ્નો કેવી રીતે જણાવા માંડયાં તે આપણે જોયું છે. ધીમે ધીમે પણ મક્કમપણે એ ઉત્સાહમાં વૃદ્ધિ થતી ચાલી. તે સમયના સર્વત્ર સ્વીકારાતા ધાર્મિક ખ્યાલોના વિરોધમાં આવતાં તે વૃદ્ધિ અટકી પડતી હતી, છતાં તેનો વેગ દિનપરદિન વધતો જતો હતો અને એમ કરતાં ૧૭મા તથા ૧૮મા સૈકામાં તેની જ્યોત સર્વોત્કૃષ્ટ તેજથી બળવા માંડી હતી.

અજ્ઞાન અને ઉપેક્ષાના અંધારામાં અંધારા દિવસોમાં એક વિજ્ઞાનનો પૂર્ણપણે ત્યાગ કરવામાં નહતો આવ્યો. તે વિજ્ઞાન તે ખગોળ વિજ્ઞાન. આનું કારણ શોધવા માટે આપણે બહુ દૂર જવાની જરૂર નથી. મધ્યયુગના જમાનામાં ધાર્મિક તહેવારોની ચોક્કસ ઉજવણી બહુ અગત્યનો વિષય હતી અને તે તહેવારોના દિવસ નક્કી કરવા માટે ખગોળનું જ્ઞાન તદ્દન આવશ્યક હતું. વળી મધ્યયુગના અનેક અજ્ઞાનભર્યા વહેમોની જોડે જ્યોતિષ શાસ્ત્રમાં ઊંડી શ્રદ્ધા ઓતપ્રોત થયેલી હતી. ખગોળની સગીબેન રૂપ જ્યોતિષની વિદ્યા એ બંનેમા વધારે અગત્યની લેખાતી હતી. ખગોળનાં અવલોકનો જ્યોતિષશાસ્ત્રને જેટલા પ્રમાણમાં સહાયકારી નીવડે તે ઉપરથી તેની કિંમત આંકવામાં આવતી. પાછળથી જોશીઓના દાવા અને શક્તિના ઢોંગનાં પોલ ખુલ્લાં પડયાં અને તેના પક્ષકારો હાંસીને પાત્ર થયા ત્યારે વિજ્ઞાનની તપાસણી આમળ નભી ન શકનાર

પ્રભાવ નીચે આવ્યો. ત્રેવીસ વર્ષની વયે તે રોમ ગયો, તે સમયે રોમમાં જ્યાં ત્યાં રીજીઓમોન્ટેનસનું નામ ગવાતું હતું. અહીં કોપર્નિકસ બહુ જલદીથી ગણિત તથા ખગોળના ખરા પ્રેમી શાસ્ત્રી તરીકે સ્થિર થયો, અને બહુ જ થોડા સમયમાં મહામહોપાધ્યાયો અને મોટા નામાંકિત પુરૂષોની ભરી સભામાં રોમની વિદ્યાપીઠમાં ગણિતના અધ્યાપક તરીકે નીમાવાનું અપૂર્વમાન તેણે અનુભવ્યું.

રોમનગરીએ એને પોતાના વિદ્યાપીઠમાં બહુ લાંબો સમય રાખ્યો નહિ. કારણ કે તેના કાકા અમીલેન્ડના વડા ધર્મગુરુ લ્યુકાસ વાટ્ઝેનરોડે પોતાના ભત્રીજાએ પ્રાપ્ત કરેલા પદથી સંતોષ પામી તેને પોતાના દેશમાં પાછા ફરવાનું અને ત્યાં આવી ફ્રાઉએન્બર્ગના દેવળના મુખ્ય અધિકારીનું પદ લેવાનું કહેણ મોકલ્યું. એમ કરતાં પહેલાં કૉપર્નિકસ પાડુઆના વિદ્યાપીઠમાં ગયો અને ત્યાંની વૈદકીય પાઠશાળામાં તેણે ૧૫૦૫ સુધી અભ્યાસ કર્યો.

એ તરત જ સીધો ફ્રાઉન્બર્ગ ગયો, પણ હાઇલ્સબર્ગના એપિસ્કોપલ મહેલમાં તેના કાકાના વૈદ તરીકે થોડો સમય રહ્યો. અહીં તેનું શરૂઆતનું જીવન બહુ સગવડ ભર્યું નહતું. ઘણીવાર એમજ બનતું જોવામાં આવે છે કે જ્યારે કોઇ માણસને કોઇ જગા લાગવગને કારણે મળે છે, ત્યારે વિરોધ કરનારા કોઇને કોઇ ઉભા થાય છે જ. પણ તેની કુદરતી નરમાશ, સુલેહશાંતિ ભર્યાં જીવનનો તેનો પ્રેમ અને તેની સૌ કોઇને દેખાય એવી વિદ્વતાની થોડા સમયમાં જ અસર થઇ અને તેના કાકાના મરણબાદ ફ્રાઉએનબર્ગના દેવળના મુખ્યાધિકારી તરીકે તેની નીમણોક થતાં તેને શાંતિભરી રીતે તે જગાનો કબજો મળ્યો. અને તે બધાનાં આદર અને સન્માનનો પાત્ર બની રહ્યો. એની નિત્યની દિનચર્યા

એનાં ચારિત્રને અનુરૂપ હતી. ધર્માધિકારીનાં કાર્યને અંગે ખંત ભર્યાં ભક્તિ, પૂજા વગેરે વિધિઓ, વૈદકીય જ્ઞાનની મદદની જરૂરવાળાં ગરીબ માંદાની માવજત અને બાકીના બધા બચત સમયમાં તત્ત્વજ્ઞાનનાં અભ્યાસ અને ચિંતન એમ ત્રણ પ્રવૃત્તિઓનો તેની દિનચર્યામાં સમાવેશ થતો હતો.

એવા પ્રસંગો આવતા જ્યારે કોપર્નિકસને તેના નિત્યકાર્યનાં એકાંત અને શાંતિ મળી શકતાં નહતાં. રાજકાજની જવાબદારીવાળી વ્યક્તિઓ અવારનવાર તેને સહમંત્રણા માટે બોલાવતી. "કૅનનો"ની મહાશાળાએ પ્રોશ્નોની રાજસભામાં તેને પોતાના પ્રતિનિધિ તરીકે પસંદ કર્યો હતો. પોતાની વ્યવસ્થિત દિનચર્યાના ક્રમનો ભંગ થાય તેવી રીતે તે કદી આગવો થઈ પોતાની મર્યાદા બહાર જતો નહિ, છતાં રાજ્ય તરફથી જ્યારે જ્યારે તેનાં ડહાપણ અને વિદ્યાનો લાભ આપવાની માગણી થતી ત્યારે તે કદી ના પણ પાડતો નહિ. યુદ્ધ પછી ઉભા થતા કેટલાક પ્રશ્નોના સંબંધમાં નીચેનું દૃષ્ટાંત ખાસ રસમય થાય એવું છે. સંખ્યાબંધ વિગ્રહોમાં ગુંચવાઇ પડવાને કારણે તેના દેશમાં નાણાંની કિંમત ઘણી ઘટી ગઇ હતી અને તેથી લોકોની વેપારધંધાની તેમજ સામાન્ય આર્થિક સ્થિતિ બહુ સંકટભરી બની ગઇ હતી. આથી દેશની રાજસભા "ડાયટ"ને ભારે ચિંતા થઇ અને સભાના સભ્યોની એક સમિતિ એ બાબતની તપાસ માટે નીમવામાં આવી હતી. તે સમિતિના સભ્યોને કબુલ કરવું પડયું કે તેમને કશી સુઝ પડતી નહતી કે પ્રશ્નનો ઉકેલ જડતો નહતો. આખરે તેમણે કોપર્નિકસને આ બાબતમાં અભિપ્રાય અને સલાહ આપવા માટે આગ્રહભરી વિનંતિ કરી. આ ઉપરથી તેણે રાજ્યના જુદા જુદા પ્રાંતોમાં તે સમયે ચાલતા જાતજાતનાં ચલણી નાણાંને એક ચોક્કસ ધોરણે આણી દેવા માટેનો

નિયમ ઘડી આપ્યો. રાજ્યની કારોબારી સભાએ તુરત તેનો સ્વીકાર કર્યો અને જાહેર કાયદામાં તેને દાખલ કરી દીધો.

## ૩ ખગોળવેત્તા તરીકે કોપર્નિકસ.

ખરી રીતે તો નિકોલસ કૉપર્નિકસ ખગોળવેત્તા તરીકે જાણીતો થયેલો છે. પોતાનાં નિત્યનાં કાર્યોમાંથી જે કાંઇ સમય બચતો તે બધો તે નભમંડળના અભ્યાસમાં ગાળતો. તેની પાસેનાં યંત્ર બહુ થોડાં અને જેવાં તેવાં હતાં પણ તેથી તે નિરાશ થયો નહિ. એ બહુ ધીરજ અને કાળજીવાળો અવલોકનકાર નીવડયો અને જે કાંઇ આછાં પાતળાં સાધન તેની પાસે હતાં તેના પર પોતાની તમામ શક્તિ ખર્ચી તે કામ કરતો. હાલની વેધશાળામાં સંક્રાંતિ યંત્ર ( ટાન્ઝિટ ) નામથી ઓળખાતું એક દુરબીન હોય છે. એને બે જબરા થાંભલાઓ પર ચઢાવેલું હોય છે અને તે, તે સ્થાને ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવો તેમજ તે સ્થાનનાં શિરોબિંદુમાંથી પસાર થતાં આકાશી યામ્યોત્તરવૃત્તમાંજ ક્ષિતિજને કાટખુણેજ ફરતું રહે એમ ગોઠવેલું હોય છે. આ રેખાને સૂર્ય લગભગ બપોરના બાર વાગે છેદે છે. ચોવીસ કલાકના ગાળામાં વહેલા કે મોડા બધા તારા આ યામ્યોત્તરવૃત્તને છેદી જાય છે અને અમુક તારાના પ્રસંગમાં યામ્યોત્તરવૃત્ત ઉલ્લંઘવાના બનાવનો ચોક્કસ સમયનિર્ણય એ ખગોળની દૃષ્ટિએ અતિશય અગત્યની વાત મનાય છે. કૉપર્નિકસ પાસે સંક્રાંતિયંત્ર હતું નહિ, કારણ કે દુરબીનોની શોધ તે સમયે થઇ નહતી. આથી કૉપર્નિકસે તેના ઘરની ભીંતમાં એવી રીતે ફાટો પાડી કે અનુકૂળ રીતે પોતાને માટે અવલોકનની જગા પસંદ કરતાં યામ્યોત્તરવૃત્તને છેદી પસાર થતા તારાઓની સંક્રાંતિની નોંધ પોતે લઇ શકે. વળી સંક્રાંતિને સમયે ક્ષિતિજથી તે તારાની ઉંચાઇ માપવા તેણે પોતે બનાવી કાઢેલા એક પાવર્તુળ યંત્રનો તે ઉપયોગ

કરતો અને આગળ જણાવેલી ફાટો આગળ તેને રાખી તે સંક્રાંતિ સમયે તારાઓની ઉંચાઈનું માપ કાઢતો.

થોડાજ સમયમાં કૉપર્નિકસ ગ્રહોની ગતિઓનો કાળજીપૂર્વક અભ્યાસ કરવા આકર્ષાયો પોતાનાં બધાં અવલોકનોની તે નોંધ રાખતો. તે નોંધો ઉપરથી ગ્રહોની ગતિઓના જે કોઠા તેણે તૈયાર કરેલા છે તે તે સમયના બીજા કોઠાઓ કરતાં બહુ સહેલથી શ્રેષ્ઠ થઇ પડે એવા છે અને ત્યારપછી ઘણા લાંબા સમય સુધી તે સામાન્ય રીતે વપરાતા રહ્યા છે. પણ આ કોઠાઓના કરતાં વધારે અગત્યની બાબત તો ગ્રહોની ગતિઓના અવલોકનથી ઉભી થયેલી તેની વિચારસરણી છે. એ વિચારસરણીમાંથી આજે કૉપર્નિકન પદ્ધતિના નામથી જેનો ઉલ્લેખ થાય છે, તે સૂર્યમાળાની કલ્પના ક્રમે ક્રમે વિકસતા પામી છે.

મનુષ્યસ્વભાવ માટે તેમજ વિજ્ઞાનના બધા અભ્યાસીઓ માટે, કોઇપણ અગત્યનાં જુના સત્યની શોધ અથવા નવા સત્યનાં સર્જન કે કલ્પનાની બાબતમાં " એ બધાની આખરી સિદ્ધિ જે વિચારસરણીને અનુસરી થઇ તે કેવી રીતે શરૂ થઇ ? " એ પ્રશ્ન પોતાની જાતને પૂછવો એ કાંઇક કુતૂહલ અને કૌતુકની બાબત છે. એનો જવાબ સાધારણ રીતે ગમભર્યો હોય છે અને ઘણીવાર તો આશ્ચર્ય ઉપજાવે એવો હોય છે. કોઇ અકસ્માત, એકાદું સ્વપ્ન, મંત્રમાં આવેલો ધૂળનો નાનો કણ, ઝાડપરથી પડતું શેળફળ–આવી નાની ક્ષુદ્ર ચીજો અને સાદા બનાવોનો અનુભવ કોઇ પ્રતિભાશાળી વ્યક્તિને થાય છે, ત્યારે પરિણામ કેવાં જાણવા જેવાં થાય છે !

કૉપર્નિકસનો મિત્ર, શિષ્ય, પ્રશંસક અને ટીકાકાર ર્હેટિકસ આપણને કહે છે કે તેના ગુરુનો આખો કલ્પનાવાદ મંગળગ્રહનાં તેણે કરેલાં અવલોકનો ઉપરથી ઉભો થયો છે. તેનાં તેજ તથા કદ

વર્ષને જુદે જુદે સમયે ખૂબજ જુદાં જણાતાં હતાં તે બીનાથી તેના પર ખૂબ પ્રબળ અને ઊંડી અસર થઇ, અત્યાર સુધી વિના પ્રશ્ને સ્વીકારાયેલા ટૉલેમીના સિદ્ધાંત મુજબ અચળ અને સ્થિર પૃથ્વી, આખા વિશ્વનું કેંદ્ર મનાતી હતી અને સૂર્ય તથા ગ્રહો તેની આસપાસ ગોળ પ્રદક્ષિણા ફરે છે એમ મનાતું હતું. ટૉલેમીના મતાનુસાર ગ્રહો પૃથ્વીની આસપાસ વર્તુળ માર્ગમાં ફરતા રહેતા એક બિંદુની આસપાસ ગોળ કક્ષા માર્ગોમાં પ્રદક્ષિણા કર્યા કરતા રહે છે. આમ જોતાં કોઇપણ ગ્રહ પૃથ્વીથી હમેશાં એક સરખા અંતરે નથી રહેતો, પણ તેમ છતાં તેનાથી તેના અંતરમાં બહુ ઝાઝો ફરક પણ નથી પડતો. કૉપર્નિકસને એ તો બહુ ચોક્કસ રીતે જણાયું કે ખાસ કરીને મંગળનાં તેમજ બીજા ગ્રહોનાં તેજ તથા કદની બાબતમાં વર્ષ દરમિયાન થતા આંખે ચડે એવા મોટા ફેરફાર તેના જોવામાં આવ્યા હતા તે ટૉલેમીના વિશ્વતંત્રના સિદ્ધાંતને આધારે થતા જોઇએ તેના કરતાં પ્રમાણમાં બહુજ મોટા હતા. પ્રાચીનોના સાહિત્યના અભ્યાસથી, કૉપર્નીકસને પાયથાગોરાસ તથા એરિસ્ટાર્કસ જેવા નામાંકિત તત્વચિંતકોની સૂર્યમાળાની એક જુદીજ કલ્પનાની ખબર હતી. તે કલ્પના અથવા વિશ્વતંત્રના સિદ્ધાંત મુજબ વિશ્વનું કેંદ્ર પૃથ્વી નહિ પણ સૂર્ય છે અને પૃથ્વી સમેત બધા ગ્રહો વર્ષ દરમિયાન સૂર્યની પ્રદક્ષિણા પૂરી કરી રહે છે અને રોજ પોતાની ધરી પર ભ્રમણ કરે છે. એરિસ્ટોટલ તથા ટૉલેમીના સિદ્ધાંતોના પૂરમાં પાયથાગોરસ તથા એરિસ્ટાર્કસની શિક્ષા ડુબી જવા પામી હતી, અને એરિસ્ટોટલ તથા ટૉલેમીના સિદ્ધાંતોજ તેમનાં સમય પછી કેટલીય પેઢી સુધી વિજ્ઞાનના સર્વમાન્ય બંડોળ તરીકે ચાલુ રહ્યા હતા.

કૉપર્નિકસે ખરા સત્યને પ્રકાશમાં આણ્યું ત્યાં સુધી લગભગ બે હજાર વર્ષ સુધી તે ખાંજરે પડી રહ્યું. આ બહુ અગત્યની

બાબતને વિષે જરા પણ ગેરસમજ ન થવી જોઇએ. વિશ્વતંત્રના જે સિદ્ધાંત જોડે કોપર્નિકસનું નામ જોડવામાં આવે છે તેનો ઉત્પાદક તે નહતો. તે જાણતો હતો કે એ સિદ્ધાંતનાં મૂળ સૂત્રો દુનીઆ આગળ પાયથાગોરસે રજુ કર્યાં હતાં પણ દુનીઆએ તે સ્વીકાર્યાં નહતાં.

કોપર્નિકસે એ સિદ્ધાંતને ફરી પ્રકાશમાં આણ્યો અને દલીલ તથા વિવરણથી એનું એવું તો સમર્થન કર્યું કે તેનો સ્વીકાર કર્યા શિવાય છુટકોજ થાય નહિ. આમ વૈજ્ઞાનિક વિચારનો નવો યુગ શરૂ થયો.

કોપર્નીકસે તેનો નવો વાદ કેવી રીતે સ્થાપ્યો ? ટૉલેમીનાં લખાણો વાંચી ને પર ઊંડો વિચાર કરતાં પૃથ્વી અચલ અને સ્થિર છે અને આખું અનંત નભમંડળ તેના તમામ તારા, સૂર્ય અને ગ્રહો સાથે દર ચોવીસ કલાકમાં પૃથ્વીની આસપાસ ગોળ ફરે છે એવા મારીમચડીને મનાવવા જેવા ટૉલેમીના વાદના દાવાની તેની પર બહુ ભારે અસર થઇ. આના પર્યાયમાં કોઇ બીજી વધારે સરલ સમજૂતિ ન હોત તો, ન છુટકે કોપર્નિકસને પણ એ સમજૂતિ ખરી માની લેવી પડી હોત. પણ સાપેક્ષગતિની બહુ સાદી બીનાઓ સારી રીતે તેના લક્ષમાં હતી. તેણે આ બાબતમાં દ્રષ્ટાંત આપેલું છે કે શાંત પાણીમાં કોઇ વહાણ કિનારાને સમાંતર હંકારાયું જતું હોય છે ત્યારે એ વહાણમાં બેઠેલા આદમીને ને વહાણ સ્થિર જણાય છે, જ્યારે કિનારા પરનાં ઝાડ તથા બીજી ચીજો વહાણની ગતિની દિશા કરતાં ઉલટી દિશામાં જતાં જણાય છે. વિચાર કરતાં વાંચનારને સાપેક્ષ ગતિનાં આવાં કુંડીબંધ દષ્ટાંતો યાદ આવશે.

એજ રીતે નભમંડળનો આખો ગોળો ચોવીશ કલાકમાં પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે એમ ધારીને નહિ, પણ એ આકાશી

પદાર્થો જે દિશામાં ગતિ કરતાં જણાય છે તેથી ઉલટી દિશામાં પૃથ્વી તેની ધરી પર ચોવીશ કલાકમાં ભ્રમણ કરે છે એમ માનવાથી આકાશી પદાર્થોની દૈનિક ગતિઓની સમજૂતિ આપી શકાય એમ છે. આમ એકજ દશ્યની બે સમજૂતિઓ અપાય એમ હતું. હવે એ બેમાંથી કઇ વધારે યોગ્ય અને માનવા જેવી છે ? એ બેમાંથી સરલ અને શકય જણાતી હોય તેજ. એટલે મહાપરિમાણ નભોમંડળ નાનીશી પૃથ્વીની આસપાસ ચોવીશ કલાકમાં ભ્રમણ કરે એ કઢંગા ખ્યાલનો કૉપર્નિકસે ચોકકસ રીતે અસ્વીકાર કર્યો. હવે તો તેણે સ્વીકારેલી બીજી સમજૂતિનાં તર્કાનુરૂપ પરિણામો શાં આવે તે તેને વિચારવાનું રહ્યું.

કૉપર્નિકસની મનોદશા યોગ્ય રીતે સમજવા માટે વાંચકને યાદ કરાવવાની જરૂર છે કે હજુ આખા યુરોપમાં એરિસ્ટૉટલ અને ટૉલેમીના સિદ્ધાંત પ્રમાણરૂપ મનાતા હતા અને એ મહાન ગ્રીક ફિલસુફના એક પણ વાકય સામે પ્રશ્ન ઉઠાવવો એ પોતાની જાતને નાસ્તિક જાહેર કરવા બરાબર હતું. કૉપર્નિકસે તેમને એક મુદ્દા પર મચોટ તોડી પાડયા ન હોત તો કદાચ બીજા કોઇ મુદ્દા પર તેમના સિદ્ધાંતની વિરૂદ્ધ પ્રશ્ન ઉઠાવવાનો યત્ન તેણે ન કર્યો હોત. એરિસ્ટૉટલે તો એવું શીખવ્યું હતું કે પૃથ્વી 'અચલ અને સ્થિર છે અને આખા વિશ્વનું કેંદ્ર છે.' કૉપર્નિકસને ખાત્રી થઇ હતી કે એથી ઉલટું પૃથ્વી સ્થિર પણ નથી અને અચલ પણ નથી, પણ તે પોતાની ધરી પર અવકાશમાં ભ્રમણ કરે છે. એટલે કુદરતી રીતે તેના મનમાં એવો પ્રશ્ન ઉઠયો કે " પૃથ્વી અચલ અને સ્થિર છે એમ કહેવામાં જો એરિસ્ટૉટલ ખોટો હતો તો બનવા સંભવ છે કે તેને વિશ્વનું કેંદ્ર જાહેર કરવામાં પણ તે ખોટો હતો. " મંગળગ્રહના વર્ષ દરમિયાન બદલાતા પ્રકાશની બાબતમાં તેણે પોતે કરેલાં અવલોકનોથી તેની શંકા વધારે દૃઢ થઇ અને

પાયથાગોરસનો વાદ વાંચતાં તો દેખીતી રીતે તેની સર્વ શંકાનું હમેશને માટે સમાધાન થઇ ગયું.

આ પ્રમાણે અઢારસો વર્ષના અખંડ સત્તાભોગને અંતે એરિસ્ટૉટલે સ્થાપેલા સિદ્ધાંતોના કિલ્લા બહાર નીકળવાનું પહેલું મંડાણ થયું. કૉપર્નિકસે જાહેર કર્યું કે સૂર્યમાળાનું કેંદ્ર સૂર્ય છે, પૃથ્વી નહિ. એની આસપાસ બધા ગ્રહો પ્રદક્ષિણા માર્ગમાં ગોળ ગોળ ફરે છે અને સાથે સાથે પોતાની ધરી ઉપર ભ્રમણ કરે છે. આમ છતાંય કૉપર્નિકસ ઉપર પણ એરિસ્ટૉટલનો પ્રભાવ ઘણો મજબૂત હતો. તે ગ્રીક તત્વવેત્તાની "વર્તુલ-પૂજા"ની માન્યતા તોડવાનો તેણે કંઇ જ યત્ન ન કર્યો. તેણે પણ જાહેર કર્યું કે ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ગોળ કક્ષા માર્ગોમાં ગતિ કરે છે. જ્યાં જ્યાં અવલોકનને પરિણામે કોઇ ગ્રહની ગતિની અનિયમિતતાને કારણે આ બાબતમાં મેળ ખાતો નહિ ત્યાં તેણે ટૉલેમીના 'ઉત્કેંદ્ર વર્તુલ'ની યુક્તિનો છુટથી ઉપયોગ કર્યો અને ખરેખર થોડા જ સમયમાં "ઉપવર્તુલો" ની (એપિસાયકલ્સ) એક બહુ અટપટી યોજના ઉભી થઇ. અને ચોકકસ અવલોકનો કરવાના સાધન અને રીતમાં થતા દરેક નવા સુધારાની જોડે જોડે તે યોજનાના અટપટાપણામાં વધારો થતો ચાલ્યો. આખરે એ બધી અટપટી યોજનાને કાઢી નાંખી તેને સ્થાને દીર્ઘવર્તુળને દાખલ કરવાનું કામ આ પછીના સૈકામાં થનાર કેપ્લરને ભાગ રહ્યું.

ત્યારે કૉપર્નિકસની મોટી કાર્ય સિદ્ધિ તો એ કે વિશ્વના તંત્રમાં તેણે પૃથ્વીને તેના યોગ્ય સ્થાનમા મુકી અને જો કે આપણે આગળ જોઇશું તેમ, તેણે પોતાની સૂચનાઓ બ્હીનાં બ્હીતાં રજુ કરી તો પણ આટલા બધા સૈકા સુધી વિજ્ઞાનની પ્રગતિને રોકનાર "એરિસ્ટૉટલ-પૂજા"નો ત્યાગ કરવામાં તેણે પહેલ કરી હતી.

### ૪. " ડી રેવોલ્યુશનિબસ ઓર્બિયમ સીલેશિયમ " ૧૫૪૩

'સૂર્યમાળાનું કેંદ્ર સૂર્ય છે' એવા પોતાના વાદનું નિવેદન કરી તેના પુરાવા કૉપર્નિકસે જે પુસ્તકમાં આપ્યા હતા તે તેના મરણની સાલ ૧૫૪૩માં પ્રસિદ્ધ થયું. તેનું નામ "ધરેવોલ્યુશન્સ ઓફ ધ સીલેશિયલ ઓર્બ્ઝ" એવું હતું, અને તેની પ્રસિદ્ધિ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં એક સીમાચિહ્ન હતું. છતાં આપણે જાણીએ છીએ કે એ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિ પહેલાં ત્રીશ વર્ષ ઉપર કૉપર્નિકસે એ વિષય ઉપર વિચાર અને કલ્પનાના ઘોડા દોડાવવા માંડ્યા હતા અને ૧૫૩૦ના અરસામાં તો વ્યવહારુ દૃષ્ટિએ એ પુસ્તક પુરું થયું હતું. તો પછી એ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિમાં તેર વર્ષનો વિલંબ કેમ થયો ? એ વાત બહુ રસ ભરી છે અને કૉપર્નિકસના જમાનાને માટે લાક્ષણિક છે.

તે સમયના લોકો પર ધર્મસંઘનો કાબુ કેવો દૃઢ હતો તેનો ઉલ્લેખ તો આ અગાઉ અમે કરી ગયા છીએ. તે દિવસોમાં તેની સ્થિતિચુસ્તતા તથા તેના શિસ્તની કડકાઈનો જોટો મળવો મુશ્કેલ હતો. વિશ્વમાં માનવજાતનાં ઉચ્ચસ્થાન તથા કાર્યો જોતાં તેના નિવાસસ્થાન રૂપ પૃથ્વી આખા વિશ્વનું કેંદ્ર છે અને તે અચલ અને સ્થિર છે એવી માન્યતાનો વિનાપ્રશ્ને સ્વીકાર થાય એ કેવળ જરૂરી હતું. એ તો નિઃસંદેહ વાત છે કે જો કૉપર્નિકસ નિરૃત્ત તથા બીજાની આંખે ન ચઢે એવો અભ્યાસી અને ધર્મસંઘનો મળ્ય નહોત અને આગળ પડીને તથા મેડીએ ચઢીને તેણે પોતાના વિચારોની જાહેરાત કરી હોત, અથવા હાલના જમાનામાં આપણે કહીએ છીએ તેમ તે છાપામાં ધસી ગયો હોત તો તેના પુસ્તકને કબજે કરી તેનો નાશ કરવામાં આવ્યો હોત. તેના વિચારો પર જાહેર રીતે ફિટકાર વરસાવવામાં આવ્યો હોત તથા તેના વિચારોના શિક્ષણ તથા પ્રચારની મના કરવામાં આવી હોત અને તેને પોતાને ભારે સજા ફરમાવવામાં આવી હોત; પણ કૉપર્નિકસને કાંઇ નામના

મેળવવાની વૃત્તિ નહતી એટલે પરિણામે જે કોઇ તેના સંસર્ગમાં આવવા પામતા તેજ તેની જોડેની સીધી વાતચીતથી તથા ચર્ચાથી તેનાં દૃષ્ટિબિંદુ તથા વિચારોની સામાન્ય દિશાનો ખ્યાલ મેળવી શકતા.

એક બીજી પણ અગત્યની બાબત હતી જે એના પુસ્તકની મોડી પ્રસિદ્ધિ માટે જવાબદાર છે. કૉપર્નિકસ જાતે ધર્મસંઘનો ધર્મગુરુ હતો, અને ખૂબ ધાર્મિક ભાવથી ભરેલો હતો. એક ખરા વિદ્વાની તરીકે તેના સહકારીઓના સાંકડા મતાગ્રહોથી તે પર હતો, છતાં પણ એ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિથી ધર્મસંઘને કેટલું બધું માઠું લાગશે એ વિચારે એ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિ ન કરવાની તેની વૃત્તિ પર બહુ ભારે અસર થઇ હતી તેનો સ્વભાવ એટલો બધો વિનયી અને નમ્ર હતો કે તે બહુ સહેલથી એવા ખ્યાલોની ઉપરવટ થઈ શકે એમ નહતું. આથી તેની પાસેથી એ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવાની, અનિચ્છાભરી પરવાનગી મહામહેનતે મેળવવા તેના મિત્રો અને પ્રશંસકોને તેને મનાવવા આટલા બધા વર્ષ ખરા દિલથી સતત ચાલુ પ્રયાસ કરવો પડયો હતો.

કૉપર્નિકસને ન્યાય આપવા ખાતર અમારે બતાવી દેવું જોઇએ કે તેનામાં પોતાના વિચારો જાહેર કરવા બદલ લેશ માત્ર પણ ડર નહતો. તેણે પોતાનું પુસ્તક પોપ પૉલ ત્રીજાને અર્પણ કર્યું. તેની પ્રસ્તાવનાનો અંતભાગ નીચે મુજબ છેઃ—

'ગણિત વિષે કાંઈ પણ જ્ઞાન ન ધરાવતાં છતાં આની પર આખર નિર્ણય જાહેર કરનારા કોઇ હોય અને પોતાના હેતુને અનુસરતો અર્થ કંગાલ રીતે મારી મચડી બેસાડવા કોઇ બાઇબલના ફકરાને આધારે આ કૃતિ પર ટીકા કરવાની હામ ભીડે તો મને તેની કાંઈ પરવા નથી એટલુંજ નહિ, પણ તેના અવિચારી નિર્ણયને હું ધિક્કારની નજરે જોઉં. આ વિષયમાં મેં જે કાંઇ કર્યું છે તે

હું મુખ્યત્વે આપશ્રીને ચરણે અને ત્યારબાદ તમામ વિદ્વાન ગણિત શાસ્ત્રીઓના નિર્ણય માટે ધરું છું. આ પુસ્તકની ઉપયોગિતાની બાબતમાં હું જે કરી શકયો છું તેથી વધારે પડતું ઉપયોગિતાનું વચન હું આપશ્રીને આપતો ન જણાઉં એટલા માટે હું હવે પુસ્તકના વિષય ઉપરજ આવી જાઉં છું."

આ સ્થળે આપણે નોંધ કરવી જોઇએ કે પોપ ત્રીજા પૉલને અતિપ્રસન્ન કરનાર આ પ્રશસ્તિની પછી આઠ વર્ષે તેના અનુગામી પોપ સેક્ટસ ને ટૉલેમીના 'આલ્માગેસ્ટ'ની લાટિન આવૃત્તિની પ્રસ્તાવનામાં આના જેવીજ પ્રશસ્તિ અર્પણ કરવામાં આવી હતી અને તે તેણે એટલીજ પ્રસન્નતાથી સ્વીકારી હતી એ ખરેખર એક વક્રોક્તિનોજ પ્રસંગ છે.

પોતાના પુસ્તકની હસ્તલિખિત પ્રત કૉપર્નિકસે પોતાના મિત્ર અને શિષ્ય રેટિકસને સુપ્રત કરી. તે એને ન્યુરેમ્બર્ગ લઇ ગયો. ત્યાં કેટલાંક વર્ષ પહેલાં તેણે કૉપર્નિકસનું "કન્સર્નિંગ ધ સાઇડ્ઝ, એન્ડ એંગલ્સ ઑફ ટ્રાયેંગલ્સ, પ્લેન્સ એન્ડ સ્ફીયર્સ" નામનું પુસ્તક છપાવ્યું હતું. અહીં આ પુસ્તક છાપવામાં આવ્યું અને તેની એક નકલ તેના યશસ્વી લેખકને મોકલવામાં આવી. પણ હજુ તો એ પ્રત રસ્તામાં હતી તેવામાં સીત્તેર વર્ષની વયે કૉપર્નિકસ લકવાની બીમારીનો ભોગ થઇ બહુ નબળો પડી ગયો હતો. તેના જીવનભરના પરિશ્રમના ફળરૂપ એ પુસ્તક ૧૫૪૩ ના મેની ૨૩ મી તારીખે તેના મરણના થોડા કલાક પહેલાંજ ત્યાં આવી પહોંચ્યું હતું.

તેના જીવન તથા કાર્યની આ ટૂંકી નોંધને એક બીનાની નોંધ લઇ આપણે બંધ કરીએ તો બહુ યોગ્ય થશે. એ બીના એ છે કે તેના જીવનના શરૂઆતના દિવસોમાં કૉપર્નિકસે પોતાના હાથે પોતાનું અર્ધ ધડ–ચિત્ર તૈયાર કર્યું હતું. એ ચિત્ર પાછળથી પ્રખ્યાત ખગોળ તથા કવિ ટાયકોબ્રાહીને આપવામાં આવ્યું હતું. એક લેખ સાથે તેણે તેને યુરાનીબૉર્ગના સંગ્રહસ્થાનમાં મુક્યું હતું.

---

# જૉન કેપ્લર

## ૧ પ્રારંભનું જીવન

ગ્રહોની ગતિઓના નિયમો યોજી કાઢયા એ કારણે કેપ્લર આપણી યાદદાસ્તમાં કાયમ રહેવાનો દાવો કરે છે. વિજ્ઞાનના આ વફાદાર સેવકના જીવનની નોંધ ખરેખર બહુ જાણવા જેવી છે. એનું આખું જીવન, ગૃહકલેશ, નાદુરસ્ત તબીયત, અને પૈસાટકાની ચાલુ મુંઝવણની એક લાંબી કથારૂપ છે. છતાંય એ બધાં નાનાં મોટાં સંકટોની વચ્ચે તેણે ગણિત તથા ખગોળ માટે બતાવેલાં પ્રતિભા તથા ઉત્સાહે આખરે તેને વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધિના ઉંચામાં ઊંચા શિખર સુધી પહોંચાડયો છે. ખગોળનાં અવલોકનનો આનંદ લુંટવાનું તેના ભાગ્યમાં નહતું. જુવાનીમાં આવેલી ગંભીર માંદગીથી તેની આંખો હમેશ માટે નબળી પડી ગઇ હતી. દુરબીનો તેમજ અવલોકનનાં બીજાં યંત્રો તેને માટે પરહેજી રૂપ હતાં. તે જીત્યો ખરો, પણ તેની જીત ત્રિકોણમિતિ અને આંકડાશાસ્ત્રના ક્ષેત્રમાં હતી અને તે તેની ગણત્રી, આલેખનના સાધન અને એ બધાં કરતાં વધારે વારંવાર નિષ્ફળતા મળ્યા છતાં હાથમાં લીધેલા કામમાં લાગ્યા રહેવાની અદ્ભૂત ખંતની મદદથી મળેલી હતી.

૧૫૭૧ ના ડીસેંબરની ૨૧ મીએ જૉહાન કેપ્લર વુર્ટેમ્બર્ગની હકુમતમાં આવેલા વાઇલ ગામમાં જન્મ્યો હતો. તેનો પિતા ઘણું કરીને સારા કુટુંબનો હતો, પણ તે આળસુ અને વિશ્વાસ ન રાખી શકાય એવો આદમી હતો. તેની મા અભણ અને બહુ તામસી સ્વભાવની હતી. જૉહાન પોતે માંદલો બાળક હતો. ચાર વર્ષની ઉંમરે તેને બળીઆ થયા હતા. તેમાંથી તે માંડમાંડ મરતો

તો બચ્યો, પણ તેની અસરથી તેના શરીરનો બાંધો હમેશને માટે નબળો થઇ ગયો હતો.

બહુ નાની ઉંમરે તે તેના ગામની નિશાળે બેઠો, પણ થોડાજ સમયમાં તેના અભ્યાસનો પહેલો અંતરાય આવી ઉભો. એમ જણાય છે કે દેવું ચુકવવાના વાયદામાં નિષ્ફળ ગયેલા એક મિત્રનો તેનો પિતા જામીન થયો હતો તેથી તેની પાસે જે કાંઇ થોડાં નાણાં હતાં તે તેણે ગુમાવ્યાં અને આખરે એક પીઠું ચલાવવાની તેને ફરજ પડી. આમ થતાં ભવિષ્યમાં ખગોળના અધ્યાપક થનાર બાળકને નવ વર્ષની કુમળી વયે નિશાળમાંથી ઉઠી જઇ તેના પિતાના પીઠામાં પ્યાલીઓ ઉઠાવનારનું કામ કરતો જોવાનું દીલગીરિ ઉપજાવે એવું દૃશ્ય આપણે જોઇએ છીએ. આવી પરિસ્થિતિ ત્રણ વર્ષ સુધી ચાલુ રહી, પણ આખરે કેટલાક મિત્રોની માયાભરી દરમિયાનગીરિથી જોહન કેપ્લર મૅાલબ્રૅાનમાં આવેલી એક મઠની શાળામાં હાજરી આપવા શક્તિવાન થયો. ત્યાં તેણે બતાવેલી હોશિયારીને કારણે સત્તર વર્ષની વયે તે ટ્યુબિન્જનની વિદ્યાપીઠમાં દાખલ થવા શક્તિવાન થયો. બધાની ધારણા એવી હતી કે ત્યાં જઇ તેણે ધર્મસંઘમાં જોડાવા માટે તૈયારી કરવી. આખી દુનીઆને સદ્ભાગ્યે, તે સમયે એ વિદ્યાપીઠમાં ગણિતના અધ્યાપકનું કામ કરતાં માયકલ માએસ્ટલિનના પ્રભાવ નીચે તે અહીં આવ્યો અને તે અધ્યાપકે થોડા સમયમાં તેની પ્રતિભા પારખી લીધી.

મેાએસ્ટલિન ખુલ્લી રીતે સૂર્યમાળાની બાબતમાં કૅાપર્નિકસે સ્થાપેલા સિદ્ધાંતમાં શ્રદ્ધા ધરાવનાર હતો અને પરિણામે કેપ્લર એજ સિદ્ધાંતની ગળથુથીથી ઉછરેલો કહી શકાય. કૅાપર્નિકસના સૂર્યમાળાના સિદ્ધાંતની સરળતા તેની કલ્પનાને ગમી ગઇ અને તેથી વ્યાખ્યાન અને વાદમાં એ તેનો સબળ પક્ષકાર બન્યો. આ બધાથી તેની

આખરમાં મારી પેઠે વધારો થયો અને ૧૫૯૪ માં સ્ટીરિઆમાં ગ્રાઝના વિદ્યાપીઠમાં ગણિતના અધ્યાપકની જગા ખાલી પડી કે તરત જ તે જગા સ્વીકારવા કેપ્લરને વિનંતિ કરવામાં આવી. કાંઇક ખંચામણ સાથે આખરે તેણે તે પદનો સ્વીકાર કર્યો. પગાર અને પ્રતિષ્ઠાની દૃષ્ટિએ તે સમયનાં વિદ્યાપીઠોમાં ખગોળની પાયરી કાંઇ બહુ ઉંચી નહતી અને બીજી બાબતો કરતાં અધ્યાપકોએ જ્યોતિષનાં પ્રકાશનો પર વધારે લક્ષ આપવું જોઇએ એવી આશા રાખવામાં આવતી હતી. આ બીનાને તેમજ તેની બાલ્યાવસ્થાની અતિશય ગરીબીનાં કડવાં સ્મરણોને લઇને તે આ જગા સ્વીકારતાં આમ ખંચાયો હતો અને તેણે પોતાના મનમાં પાકો ઠરાવ કર્યો કે એથી વધારે સારી કોઇ પણ જગાની માગણી આવે તો તેનો તરત સ્વીકાર કરવો.

## ૨. કેપ્લરના શરૂઆતના વાદ

૧૫૯૭ મા છવીશ વર્ષની વયે જોન કેપ્લરને સ્ટીરિયાની એક બાઇ જોડે પ્રેમ બંધાયો અને સંવનનને અંતે તે તેને પરણ્યો. તેના તરફથી મળતી પહેરામણીથી પોતાની નાણાંની તંગી ઓછી થઇ શકશે, એ વાતનો તેણે વિચાર કર્યો કે કેમ તે જણાયું નથી; કારણ કે આ લગ્ન પહેલાં તે બાઇ બે વાર પરણી હતી. એ વાત ગમે તેમ હોય, પણ આ લગ્ન કાંઇ બહુ સુખી નીવડયું નહિ. એ લગ્નથી તેને ત્રણ સંતાન થયાં અને પરિણામે તેની નાણાં બાબતની ચિંતાઓ એકંદરે ઘણી વધી ગઇ.

ગ્રાઝમા હતો તે અરસામાં સમગ્ર સૂર્યમાળાના તંત્રની યોજના કલ્પવાના કામમા તે રોકાયો હતો. તે સમયે બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, ગુરૂ અને શનિ એટલા ગ્રહો જાણમાં હતા, અને કેપ્લર જાણતો હતો કે એ બધા સૂર્યથી અનુક્રમે વધારે ને વધારે અંતરે

આવેલા છે. વળી તે એ પણ જાણતો હતો કે જેમ કોઈ ગ્રહ સૂર્યથી વધારે દૂર તેમ તેની ગતિ ધીમી જણાતી હતી. કેપ્લરના મનમાં એક મજબૂત માન્યતા હતી કે આ બધી રચનાની પાછળ એને નિયમનમાં રાખનાર કાંઈક ચોક્કસ યોજના હોવી જ જોઈએ. એ તંત્ર વ્યવસ્થા અથવા યોજનાને શોધી પ્રકટ કરવાના કામને તેણે પોતાનું જીવનકાર્ય બનાવ્યું. એના આખરી યત્નોને પૂર્ણ જ્વલંત સફળતા મળી એ વાત ખરી, પણ તેણે પ્રથમ કલ્પેલો વાદ, જે તેણે ગ્રાઝમાં ખીલવ્યો હતો તે તો બહુ વિચિત્ર હતો. તે ભૂમિતિનો બહુ ઝીણો અભ્યાસી હતો, પણ જ્યોતિષના તે જમાનામાં તેનું ગણિત, અકલ્પ્ય રહસ્ય વાદના રંગે રંગાયેલું હોય તો તેમાં કાંઈ નવાઈ પામવા જેવું નથી. ઉપર જણાવેલા છ ગ્રહોની વચ્ચે પાંચ ગાળા આવે અને એક યા બીજા કારણે કેપ્લરને એમ લાગ્યા કરતું કે જે શોધવા તે મથી રહ્યો હતો તે ખુલાસો તે તથ્યમાં જ રહેલો હતો. એ પાંચ ગાળાઓ ઉપરથી તેના મનમાં અનુક્રમે ચાર, છ, આઠ, બાર અને વીશ બાજુવાળી પાંચ ઘનાકૃતિઓની કલ્પના ઊભી થઈ અને પરિણામે એની યોજનાએ નીચેનું રૂપ લીધું. પૃથ્વીની કક્ષા બતાવતા એક ગોળાકારથી શરૂ કરી તેણે તેની આસપાસ બાર બાજુવાળી એક ઘનાકૃતિ દોરી અને તેને ફરતી મંગળની કક્ષા બનાવનારી બીજી એક ગોળાકૃતિ દોરી. પછી તેની આસપાસ ચાર બાજુવાળી ઘનાકૃતિ દોરી અને તેને ફરતી ગુરુની કક્ષા બનાવની ગોળાકૃતિ દોરી. પાછી તેને ફરતી ઘનાકૃતિ અને આખરે તેને ફરતી શનિની કક્ષા બતાવતી ગોળાકૃતિ. પછી પૃથ્વીની કક્ષા બતાવનાર ગોળાકૃતિની અંદર વીશ બાજુની ઘનાકૃતિ દોરી તેના અંદર શુક્રની કક્ષા બનાવનારી ગોળાકૃતિ અને તેની અંદર આઠ બાજુવાળી ઘનાકૃતિ અને છેલ્લે તેની અંદર આખરે બુધની કક્ષાની ગોળાકૃતિ તેણે દોરી.

પોતાની કલ્પનાની આ યોજના આમ તૈયાર કરતાં કેપ્લરને થયેલો આનંદ નોંધ લેવા જેવો છે. ' આ શોધથી મને થયેલો આનંદ કદી શબ્દોમાં વર્ણવી શકાય એમ નથી. એની પાછળ ગાળેલા વખત માટે મને કાંઇ જ દીલગીરિ થતી નથી, એને માટે લીધેલા શ્રમે તેટલા શ્રમનો મને થાક લાગ્યો નથી. મારા કલ્પનાવાદનો કૉપર્નિકસનાં કક્ષા વર્તુલો જોડે મેળ ખાય છે કે મારો સઘળો આનંદ હવામાં જ ઉડી જનાર છે એ નક્કી કરવા માટે ગણત્રીઓ કરવામાં ગાળેલાં રાત્રિ દિવસોની તથા તેને અંગે કરવી પડતી ગણત્રીની મહેનતથી બચવાનો મેં કદી પ્રયત્ન કર્યો નથી ?

૧૫૯૬માં ' મીસ્ટીરિયમ કોસ્મોગ્રાફિયમ ' નામના પુસ્તકમાં કેપ્લરે પોતાનો આ વાદ પ્રસિદ્ધ કર્યો. એ વાદની અસંભવિતતા માટે એટલું જ બતાવવું બસ થશે કે આપણે હાલ જાણીએ છીએ કે કુલ આઠ ગ્રહો છે અને સંખ્યાબંધ ઉપગ્રહો છે. એ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ થતાં ચારે બાજુથી આશ્ચર્યચકિત થયેલી દુનિયાએ તેને ઉત્સાહ સાથે હર્ષનાદે થી વધાવી લીધું, પણ એ હર્ષનાદો કરતાં કેપ્લરને વધારે તુરતના અગત્યની વાત તો તેની ભવિષ્યની આખી કારકીર્દિ પર અસર કરનાર પ્રાગનો એક વ્યક્તિ તરફથી તેને પોતાને મળવાનું હાર્દિક આમંત્રણ હતું. એ વ્યક્તિ તે પ્રખ્યાત ટાઇકો બ્રાહી.

ટાઇકો બ્રાહીને વ્યાજબી રીતે ખગોળનાં ચોકકસ અવલોકન કરનારની પહેલ કરનારો કદી શકાય. તે એક ઉમરાવ કુટુંબનો હેન હતો અને ૧૫૭૬ માં રાજા બીજા ફ્રેડરિકના સહકારથી, એલ્સિનોર પાસે, વ્હેનના ટાપુમાં યુરાનિબોર્ગના ગઢમાં તેણે અદ્ભૂત સાજસટ-વાળી એક વેધશાળા ઉભી કરી હતી. અહીં એણે વીસ વરસ સુધી મહેનત કરી અને તે સમય સુધીમાં થયેલા ગ્રહોનાં અવલોકનોની

પૂર્ણ નોંધો પૈકીની સર્વશ્રેષ્ઠ નોંધ તેણે તેમ કરી ત્યાં એકઠી કરી હતી. કુદરતી રીતે એની સફળતાને કારણે તેના દુશ્મનો ઉભા થયા અને ૧૫૯૬માં ફ્રેડરિકનું મરણ થયું ત્યારે તેના અનુગામીને ટાઇકો બ્રાહીને આશ્રય આપતો અટકાવવાનું સમજાવવામાં તેઓ સફલ થયા. પરિણામે ટાઇકો બોહીમિયામાં પ્રાગમાં જઇ રહ્યો. અહીં રાજા રૂડોલ્ફ રજાના આશ્રય નીચે પોતાના અવલોકનોની આશ્ચર્યકારક નોંધ તેણે ચાલુ રાખી. રાજા રૂડોલ્ફ તો તે સમયની પ્રથાને અનુસરી ખગોળવેત્તા કરતાં જ્યોતિષી તરીકેની તેની સેવાને વધારે કિમતી ગણતો.

ટાઇકોએ કેપ્લરને પ્રાગમાં આવી, પોતાની પાસે ગ્રહોનાં અવલોકનોની નોંધો હતી તેના વડે તેના કલ્પનાભર્યા વાદની કસોટી કરવાનું હાર્દિક આમંત્રણ આપ્યું. ટાઇકો કાંઇ કૉપર્નિકસનો અનુયાયી નહતો, પણ તેમ છતાં તે કેપ્લરને અનુભવ સિદ્ધ, પાકટ સલાહ આપી શકે એમ તો હતું જ. તેણે સલાહ આપી કે 'વિશ્વના તંત્ર બાબત કપોલકલ્પિત વાદ કદી રચતા નહિ. એમ કરવાને બદલે સંગીન અવલોકનોનો પાયો પહેલાં નાખો, અને પછી તેના ઉપરથી ચઢતાં ચઢતાં, વસ્તુઓના કારણે પહોંચવા યત્ન કરો.'

કેપ્લર તેની મુલાકાતે ગયો. તેની નોંધોનો તેણે ઝીણો અભ્યાસ ર્યો અને પછી જે ચોક્કસ અવલોકનો પોતાની પાસે પડેલાં તે જણુનો હતો તેની જોડે પોતાનો કલ્પનાવાદ સંગત નથી એમ જણાતાં તે વાદનો ત્યાગ કરતાં તે લેશમાત્ર પણ અચકાયો નહિ. ણુ આમ કરવામાં તે પોતાની મહેમાનગીરિ કરનારનો આદરપાત્ર ન્યો હતો, અને પરિણામે પ્રાગના વિદ્યાપીઠની વ્યવસ્થામાં ધર્મને ગે થયેલા ફેરફારોને કારણે તેનું અધ્યાપકપદ તેને બહુજ અગવડ ડું જણાયું, ત્યારે ૧૬૦૧ માં રાજા રૂડોલ્ફ રજાને ત્યાં રાજ

ગણિતશાસ્ત્રીની જગાનો હવાલો લેવાની તેને કરવામાં આવેલી માગણીનો તેણે ખુશીથી સ્વીકાર કર્યો. એ જગાએ એનું કામ ટાઇકો બ્રાહેને મદદ કરવાનું હતું. જુદા જુદા પ્રકારની પ્રતિભાનો આ અદ્ભૂત મેળ હતો. ટાઇકો બહુજ અચ્છો અવલોકનકાર હતો, પણ તે ગણિતમાં કાચો હતો. કેપ્લર અચ્છો ગણિતશાસ્ત્રી હતો, પણ અવલોકનની બાબતમાં બાદલો હતો. પણ એ બંનેને પોતાના કામ માટે અમર્યાદિત ઉત્સાહ હતો અને તેમને એકમેકને માટે બહુ આદરભાવ હતો. આંધળા પાંગળાનો આ સંબંધ ચાલુ રહ્યો હોત તો તેમણે કેવી કેવી સિદ્ધિઓ મેળવી હોત ! પણ એમ થવું સર્જીત નહતું. યુરાનિબોર્ગમાંથી પોતાને મળેલી રૂખસદને લીધે પેદા થયેલી નિરાશાના આઘાતની અસરમાંથી ટાઇકો ઉભો થવા પામ્યો નહતો એટલે પરિણામે કેપ્લર તેની સાથે જોડાયો તે પછી થોડાજ સમયમાં તે મરણ પામ્યો.

## ૩. ભૌતિકશાસ્ત્રી તથા ભૂમિતિજ્ઞ તરીકે કેપ્લર.

આ બધો સમય કેપ્લર ચાલુ નાણાંની તંગીની અવસ્થામાં હતો, અને વચ્ચે વચ્ચે તે બીમારીથી પટકાઇ પડતો હતો. ટાઇકોની ઉદારતાથી તે તેની મુશ્કેલીઓ અત્યાર સુધી વટાવી શકયો હતો. પોતાના સહકારી એ મિત્રનું મરણ થતાં એની મુશ્કેલીઓ પાછી હતી તેવી થઇ ગઇ. તે સમયે બોહીમિયાની સ્થિતિ સારી નહતી. ગેરવહીવટ તથા ચાલુ યુદ્ધોને પરિણામે રાજ્યની ત્રિઝોરીનું નળીઉં દેખાવા માંડયું હતું અને પરિણામે કેપ્લરને પગાર કરતાં પગારનાં વચનો વધારે વાર મળતાં. આમ છતાં પણ તે તેની જગાએ વળગી રહ્યો. ટાઇકોએ મરણપથારીએ તેને એક મોટા કામની ગંભીર જવાબદારીનો હવાલો સોંપ્યો હતો. ગ્રહોનો એક મોટો કોઠો તૈયાર કરવાના કામમાં રોકાયેલા ટાઇકોએ, કેપ્લરને તે પૂર્ણ

કરવાનું કામ સોંપ્યું હતું. એ કોઠા તેના આશ્રયદાતાના માનમાં "રૂડોલ્ફાઇન કોઠા"ના નામથી ઓળખાવાના હતા. એ કામમાં અતિશય વહીતરું અને મારી પેઠે ખર્ચ થાય એમ હતું. ઉપર જણાવેલાં બેમાંના બીજા કારણને લઇ એ કામ પુરું કરવામાં એટલી બધી ઢીલ થઇ કે ન છુટકે કેપ્લરને બીજી બાબતો પર ધ્યાન આપવાનો સમય મળી શકયો.

૧૬૦૪ માં તેણે 'પારાલિપોમીના ઇન વિટેલીઓનમ' એ નામનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. તેમાં દલ કાચના સંબંધમાં તેજનાં કિરણોના વક્રીભવનનો પ્રશ્ન ઉપસ્થિત થયો. તે સમયે તરતમાં જ દૂરબીનની શોધ થઇ હતી અને પરિણામે આ બાબતમાં જરા ઊંડી ખોજ કરવાની ચોખ્ખી જરૂર કેપ્લરને જણાઇ. તેજનાં કિરણોના પતન કોણ (એંગલ ઑફ ઇન્સિડન્સ) તથા વક્રીભવન કોણ વચ્ચેનો સંબંધ શોધવાનો તેણે યત્ન કર્યો. પતનકોણની જ્યા તથા વક્રીભવન કોણની જ્યા વચ્ચેનું પ્રમાણ અમુક આપેલા વાહનની જોડની બાબતમાં હંમેશાં એટલું એક રહે છે એ સ્નેલનો નિયમ આજે બધા વિદ્યાર્થીઓને પરિચિત છે. વક્રીભવન અંકના (રીફ્રેક્શન ઇન્ડેક્ષ) નામથી જાણીતું એ પ્રમાણ કાચને માટે લગભગ ૧.૫ થવા જાય છે. કેપ્લરે આ નિયમ તો શોધ્યો નહિ, પણ તેના કાર્યને પરિણામે સ્નેલને એ વિષય આટલો સહજતાથી આગળ ધપાવવાની પ્રેરણા મળી એમાં તો કાંઇ જ શક નથી. સ્નેલનો નિયમ તો એણે ન શોધ્યો એ વાત ખરી, પણ લગભગ એ નિયમના જેવો અને વ્યવહારમાં ઉપયોગી થઇ પડે એવો નિયમ તો તેણે શોધી કાઢયો. કાચની બાબતમાં તેણે શોધી કાઢ્યું કે પતનકોણ બહુ નાનો હોય છે ત્યારે તેની તથા વક્રીભવન કોણ વચ્ચેનું પ્રમાણ ૧.૫ હોય છે. કેપ્લરે તો દૂરબીનને લાગુ પાડવા માટે એ નિયમ ઉપજાવી કાઢયો હતો. બહુ નાનો પતન કોણ હોય તેવા પ્રસંગોમાં

એ નિયમ બરાબર લાગુ પડતો હોવાથી દુરબીનની બાબત માટે તે ઉપયોગી નીવડ્યો પણ ખરો કારણ કે દુરબીનમાંથી જોવામાં આવતી વસ્તુ પરનાં કિરણ દુરબીનના દલ કાચ પર જરૂર બહુ નાને પતન કોણે જ પડે છે.

કેપ્લરે વાતાવરણમાં થતા વક્રીભવનનો પણ અભ્યાસ કર્યો અને ટૉલેમીએ એ વિષયની કરેલી ચર્ચામાં બહુ વધારો કર્યો. ૦° અંશથી માંડી ૯૦° અંશ સુધીમાં વાતાવરણમાં થતા વક્રીભવનને અંગે અવલોકનોમાં મુકવી પડતી છુટ નક્કી કરવા તેણે એક સારણી અથવા સૂત્ર ઉપજાવી કાઢ્યું.

ગણિત અને ખાસ કરીને ભૂમિતિના ક્ષેત્રમાં તેના સમકાલીનો પર પડતા કેપ્લરના પ્રબળ પ્રભાવનો આદર કરવાનું આ સ્થાને યોગ્ય થઇ પડશે. બીજગણિત, સમીકરણનો વાદ તથા ત્રિકોણમિતિ એ વિષયોમાં થયેલી મોટી પ્રગતિને કારણે ગણિતની ભૂમિતિની શાખા ઉપેક્ષાનું પાત્ર બની ગઇ હતી. સત્તરમા સૈકામાં ભૂમિતિના અભ્યાસમાં આવેલો નવો વેગ મોટે ભાગે કેપ્લરના પ્રભાવને આભારી છે. દાખલા તરીકે તેના 'પારાલીપોમીના'ના ચોથા પ્રકરણમાં તેણે ગણિતની દુનીઆને પહેલીજ વાર 'સાતત્યના સિદ્ધાંત'નો (પ્રિન્સિપલ ઑફ કન્ટિન્યુઇટી) પરિચય કરાવ્યો.

આનો એક દૃષ્ટાંત આપીશું. કેપ્લર વર્તુળને દીર્ઘવર્તુળનો (ઇલિપ્સ)નો એક ખાસ પ્રકાર ગણતો. દીર્ઘવર્તુળની મોટી ધરીની લંબાઇ એકની એક કાયમ રાખી તેની પરનાં નાભિબિંદુને (ફોકાઇ) ક્રમેક્રમે વધારે ને વધારે પાસે લાવી એક પછી એક દીર્ઘવર્તુળો દોરતા જઇએ તો આપણને જણાય છે કે પરિણામે દીર્ઘવર્તુળની નાની ધરી મોટીને મોટી થતી જાય છે અને દીર્ઘવર્તુળ વધારેને વધારે પ્રમાણમાં શુદ્ધ વર્તુળ જેવું બનતું જાય છે.

એમ કરતાં કરતાં આખરે આપણે છેલ્લી મર્યાદાના પ્રસંગે પહોંચી જઇએ છીએ. એ પ્રસંગમાં દીર્ઘવર્તુળનાં બંને નાભિકેંદ્રો, વર્તુળ કેંદ્રમાં જ ભળી જાય છે અને પરિણામે દીર્ઘવર્તુળને બદલે વર્તુલાકૃતિ દેખાય છે.

એજ રીતે પરવલયાકૃતિનું સાદા દીર્ઘવર્તુળ જોડે સાતત્ય છે, એ સાતત્યના એના સિદ્ધાંતનું બીજું દૃષ્ટાંત છે. મોટી ધરીનો એક છેડો તથા તેની પાસેના નાભિકેંદ્રને એનાં મૂળ સ્થાને સ્થિર રાખી, તે ધરીના બીજા છેડાને તથા તેની પાસેના નાભિકેંદ્રને જમણી બાજુ ઉત્તરોત્તર વધારેને વધારે અંતરે લંબાવતાં આખરે નાભિકેંદ્ર અનંત અંતરે જવાની મર્યાદાએ પહોંચી જાય ત્યારે પરવલયાકૃતિ બને છે.

૧૬૧૫ માં કેપ્લરે ' સ્ટીરીઓ મેટ્રિયા ' નામનું પુસ્તક પ્રકટ કર્યું. એક ભાન વિનાના પીપનું માપ લેનારાએ તેનાં દારૂનાં પીપના આયતન અથવા કદનું માપ લેવામાં કરેલી ભૂલ અકસ્માતથી નજરે ચડતાં, કેટલીક ઘનાકૃતિઓનાં ક્ષેત્રફળ અને ઘનફળની બાબતમાં તપાસ કરવાની બાબત હાથ ધરવાનો પ્રસંગ તેને મળ્યો હતો. આ બાબતમાં કેપ્લરે પોતે તો થોડાજ પ્રશ્નો છોડયા, પણ બીજા ઘણા પ્રશ્નો તે છોડવાની સૂચના સાથે તેણે બીજા ભૂમિતિજ્ઞો આગળ મૂકયા. એણે કરેલી સૂચનાઓ બીજા ગણિતશાસ્ત્રીઓએ તુરત ઉપાડી લીધી એ ઉપરથી તેમના પર તેનો પ્રભાવ કેટલો બધો હતો તે સાફ જણાઇ આવે છે. કેપ્લરે પોતે છોડેલા પ્રશ્નોમાં સાતત્યના સિદ્ધાંતને લાગુ પાડતાં ઉત્તરોત્તર નાનાં અને નાનાં થતાં જતાં પરિમાણોનો ખ્યાલ નવો દાખલ કર્યો. ખરું જોતાં એનો સિદ્ધાંત છેક યુક્લિડ અને આર્કીમીડિઝના સમયથી ચાલતી આવેલી ' મર્યાદાની પદ્ધતિ ' ને આગળ લઇ જવાના પરિણામ રૂપ હતો, પણ તેનાં પરિણામ બહુ અગત્યભર્યાં આવ્યાં છે. પાછળથી

ન્યુટન તથા લાઇબ્નિટ્ઝે નવી યોજેલી 'કૅલ્કયુલસ' ની પદ્ધતિનો માર્ગ એનાથી બહુ સરળ થયો છે. કૅપ્લરે 'અનંત રીતે નાનું પરિમાણ' એ શબ્દ નવો દાખલ કર્યો. તેના દૃષ્ટાંત રૂપે એક જ પ્રસંગ આપવો બસ થઈ પડશે. કેંદ્ર આગળ શિરો-બિંદુવાળાં તથા પરીઘ પર આવી જતા બહુ જ નાનાં પાયાવાળાં અસંખ્ય નાનાં નાનાં ત્રિકોણોનું વર્તુળ બનેલું છે એવી તેની કલ્પના હતી. એ અસંખ્ય નાનાં નાનાં વર્તુળોના ક્ષેત્રફળોનો સરવાળો કરવાથી વર્તુળનું ક્ષેત્રફળ મળે છે અને એ ત્રિકોણોના અસંખ્ય નાના નાના પાયાઓના સરવાળાથી વર્તુળના પરીઘનું માપ નીકળી આવે છે.

## ૪. કૅપ્લરનું પાછળનું જીવન

આ બધા સમય દરમિયાન કૅપ્લરની નાણાંની મુંઝવણો અને ઘરની વિટંબણાઓ ચાલુને ચાલુ જ હતી. તેનો પગાર હમેશાં ચઢેલો ને ચઢેલો રહેતો અને એળે એળે તે પોતાના ખર્ચને પહોંચી વળતો હતો. તેની પત્ની હતાશપણાના લાંબા ગાળાવાળા રોગનો ભોગ થઇ પડી હતી અને આખરે ૧૬૧૨ માં ઉપરા ઉપરી આવી પડેલી આફતોથી તે મુશીબતોની આખર અવધિએ પહોંચ્યો. તેનો આશ્રય-દાતા રાજા રૂડોલ્ફ ગુજરી ગયો અને તુરત જ તેને ત્યાંથી તેને મળતો પગાર બંધ થયો. પણ આથી વધારે ખરાબ આફત તેને માટે બાકી હતી. થોડા જ સમયમાં તેનાં બધાં છોકરાં માંદાં પડ્યાં અને તેમાનું એક બળીયાથી મરણ પામ્યું. ત્યાર બાદ થોડા જ દિવસોમાં તેની બૈરી પણ મરી ગઇ. આમ તેનું નસીબ સાવ ઉતરતી કળાએ હતું તેજ અરસામાં લિંટ્ઝની વિદ્યાપીઠ તરફથી અધ્યાપકની જગા સ્વીકારવાનું તેને કહેણ આવ્યું એટલે તેણે જરાપણ આનાકાની વગર તેનો સ્વીકાર કર્યો અને પોતાનાં જે છોકરાં જીવતાં રહ્યાં હતાં તેને

લઇ તે ઘરત લિંટ્ઝ જવા ઉપડયો. આ વખતે પ્રાગમાં તેનો ચડેલો પગાર ૮,૦૦૦ ફ્લોરિન જેટલો થયો હતો, તે છોડી તેને જવાનું થયું.

અધ્યાપકની જગાના પગારમાંથી તો મળતર ઝાઝું નહતું એટલે આવકની ઘટ કોઇ પણ રીતે પૂરી કરવાની હતી. આમ હોવાથી જુનાં મૂરતનાં પંચાંગ જેવાં પંચાગ તેણે પ્રસિદ્ધ કરવા માંડયાં અને લોકોના જોષ જોવા માંડયાં. આજના જમાનામાં તે હોત અને એવો ધંધો કરતો હોત તો બીજે કાંઇ નહિ તો વિલાયતમાં તો એ કારણે તેની પર જરૂર કામ ચાલ્યું હોત.

લિંટ્ઝમાં તે સ્થિર થયો હતો તેવામાં તેના પહેલા લગ્નનો કડવો અનુભવ જોતાં બહુ આશ્ચર્યકારક લાગે એવું એક કામ તેણે કર્યું. તેણે વિચારપૂર્વક બીજી બૈરીની તપાસ કરવા માંડી અને બહુ પદ્ધતિસર તથા પૂરા ઉમંગથી એ કામમાં તે લાગ્યો. તેની જોડે લગ્ન કરવાની તૈયારી વાળી અગીયાર ઉમેદવાર બાઇઓ હતી એમ દેખાય છે. નખથી શિખ સુધીના આંકડાબાજ કેપ્લરે તે દરેકના ગુણદોષની બહુ કાળજીભરી નોંધ કરી. આ બધું કરતાં તેની દાનત સારૂ હતી અને તેનામાં પાપી લોભવૃત્તિ નહતી તેનો પુરાવો એ છે કે તેણે તે બધામાંથી સૌથી ગરીબ અને કશી પણ પહેરામણી આપી ન શકે એવી માબાપ વિનાની છોકરી પસંદ કરી. એમ જણાય છે કે તેના પહેલા લગ્ન કરતાં આ લગ્ન વધારે સંતોષકારક નીવડયું હતું. પણ આ બીજી બૈરીથી તેને સાત છોકરાં થયાં તે પરિમાણોમાં આછી કમાણી પર આખા કુટુંબનો નિભાવ સિદ્ધાંત છેક માં તેને ભારે પડયું હશે એમ જણાઇ આવે છે. મર્યાદાઅજ્ઞતોમાં વધારો કરે એવું કાંઇ ને કાંઇ બનતું જ. પણ અરસામાં તેને ખબર મળી કે તેના ગામ વુર્ટમ્બર્ગમાં

તેની તામસી પ્રકૃતિની/મા કોઇ પણ રીતે મેલી વિદ્યાની સાધના કરવાનાં આરોપનો ભોગ બનવા પામી હતી. તેની પરનો ગુનો સાબીત થયો હતો અને તેને કેદ તથા શારીરિક પીડાની સજા કરવામાં આવી હતી. તેની તરફેણમાં દરમિયાનગીરિ કરવા કેપ્લર બને તેટલો વહેલો વુર્ટેમ્બર્ગ પહોંચી ગયો: તે તેને કેદમાંથી તો છોડવી શકયો નહિ, પણ શારીરિક પીડાની યાતનામાંથી તો બચાવી શકયો. તેને કેદમાંથી છોડાવતાં તેને બીજા બાર માસ લાગ્યા. અંતકાળ સુધી કાળકા રહેલી તે કેદમાંથી છુટયા પછી થોડા જ સમયમાં મરણ પામી.

આજ ગાળામાં સૂર્યમાળાના પ્રશ્નોમાં કેપ્લરનું મન લાગ્યું હતું, અને લાંબે ગાળે એક પછી એક એ રીતે ગ્રહોની ગતિઓ બાબતના તેના યોજેલા ત્રણ અદ્‌ભૂત કાયદાઓ તેણે દુનીઆને આપ્યા.

વળી ગ્રહોની ગતિઓનાં રૂડોલ્ફાઇન કોઠા પૂરા કરવાનું ટાઇકો-બ્રાહેને આપેલું વચન પણ તે ભૂલી ગયો નહતો. દરવર્ષે તે તેની પાછળ મંડયો રહેતો અને સાથે સાથે તેની પ્રસિદ્ધિ કેવી રીતે કરવી તેની વિમાસણ પણ કરતો હતો. અનેકવાર રૂડોલ્ફની દરબારમાં એ બાબત તે અરજ ગુજારતો, પણ હમેશાં તેનું પરિણામ શૂન્ય જ આવતું હતું. નવાઇ જેવી વાત તો એ છે કે તેની આટલી બધી ગરીબાઇ છતાં અને પોતાના મૃત હિતેચ્છુના ઉપકારનું ઋણ વાળવાની તેની ભારે તીવ્ર ઉત્કંઠા છતાં જ્યારે જ્યારે માનવંતી અને ધન આપનારી જગા લેવાની તક આવતી ત્યારે તે તે લેવાની ના પાડતો કારણ કે તેવી જગા લેવામાં તેને પોતાનો દેશ છોડી વિલાયત જવાનું આવતું. ૧૬૨૦ માં વેનિસમાં સર હેન્રી વૉટન, અંગ્રેજી એલચી હતો. તે બહુ વિશાળ સંસ્કારિતા અને રસવૃત્તિવાળો ગૃહસ્થ તથા સારો કવિ હતો. તેણે કેપ્લરને વિલાયત આવવાનું આમંત્રણ આપ્યું એટલુંજ નહિ પણ એક

સારી જગા મેળવી આપવાની તથા તેના બહુ ઉત્સાહભર્યા સ્વાગતની પાકી ખાતરી આપી. પણ પરદેશમાં તથા અજાણ્યા લોકોની વચ્ચે જીવન વીતાડવાની વાત તેને બહુ ભારે પડતી હતી. કૉપર્નિકસના સિદ્ધાંત પર એક પુસ્તક છપાવી તેણે તાજેતરમાં ખ્રિસ્તિસંઘની ભારે ખફગી વહોરી હતી એ હકીકત છતાં પણ એણે એ નોકરી લેવા ના પાડી. એ નવું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ થતાંજ તેની પર પ્રતિબંધ મૂકવામાં આવ્યો અને પરિણામે તેના વેચાણથી થતો દ્રવ્ય લાભ પણ તેને મળવા પામ્યો નહિ. તે દ્રવ્ય લાભ તેની હાલની સ્થિતિમાં તેને માટે બહુ મોઘા મૂલનો હતો.

છતાં રૂડોલ્ફાઇન કોઠાઓ પ્રસિદ્ધ કરવાના નિશ્ચયમાં કદી મોળો પડયો નહિ. વધારે વાર રાહ જોવાથી કંટાળી જઇ, એની પ્રસિદ્ધિનાં નાણાં પોતાના પદરથી કાઢવાનો તેણે ઠરાવ કર્યો. તેના એ નિશ્ચયમાં તે કેવી રીતે સફળ થયો એ તો એક ભેદજ છે. એમ કહેવાય છે કે વર્ષો સુધી જોશી તરીકે લોકોનાં ભવિષ્ય કહેવાના ધંધાની કમાણી તરીકે તેણે ઠીક ઠીક પ્રમાણમાં ધનસંચય કર્યો હતો. પણ આમ ધનસંચય કરવાની લાલચમાં તેણે તેની પત્ની તથા બાળકોને જાણી જોઇને તથા વિનાકારણ વર્ષો સુધી અતિ કંગાળ ગરીબીની યાતનાનાં ભોગ બનવા દીધાં હતાં એમ માનવું અઘરૂં છે. એ વાત ગમે તેમ હો, પણ ૧૬૨૭ માં રૂડોલ્ફાઇન કોઠાઓ પ્રસિદ્ધ થયા તો થયા પણ બહુ સુંદર રૂપે પ્રસિદ્ધ થયા. એ બહુજ અગત્યના થઇ પડયા. આજે નાવિક-પંચાંગો ( નૉટિકલ આલ્મેનાક્સ ) જે હેતુથી વાપરવામાં આવે છે તેજ હેતુસર ૧૭મા સૈકાના નાવિકો તેનો ઉપયોગ કરતા અને ચોક્કસ ગણત્રીને લીધે તેમને તેની અનિવાર્ય જરૂર જણાતી હતી. કેપ્લેરે આ સિવાય બીજી કોઇ કૃતિ પેદા ન કરી હોત તોપણ તે આપણા સ્મરણમાં ચિરકાળ રહેવા યોગ્ય થાત.

પણ એ કાઠાઓની પ્રસિદ્ધિએ કેપ્લરનો તો વિનાશજ આણ્યો. લાંબા સમયનાં નાદુરસ્ત તબીયત, ગરીબી, ચિંતાઓ અને સતત અભ્યાસના સતત ઘસારાની અસર હવે જણાવા માંડી. આખરે ૧૬૩૦ ના નવેંબર માસમાં તેના ચઢી ગયેલા પગારની લાંબા સમયથી લેણી થયેલી રકમ પાછી મેળવવાના હેતુની સાધના માટે તે પ્રાગ ગયો, પણ ત્યાંથી તે હેતુમાં નિષ્ફળ થઇ પાછા ફરતાં તેને શરદી લાગી અને પરિણામે સાઠ વર્ષની વયે તે મરણ પામ્યો. રેટિસબનના સેંટ પીટરના દેવળમાં તેનો ભૂમિદાહ કરવામાં આવ્યો છે, તે તેની જન્મભૂમિને માટે યથાર્થ ન કહેવાય. એક સૈકા ઉપર તેના સ્મરણમાં એક આરસનું સ્મારક ઉભું કરવાની દરખાસ્ત કરવામાં આવી હતી, પણ તેનો કાંઇ અમલ થયો નહિ. ' આખા જીવન દરમિયાન તેને રોટીના વનેખા પડવા દઇ, તેના મરણ પછી દોઢ સૈકા બાદ તેને એક પથ્થર આપવા જર્મની યત્ન કરે કે ન કરે એ બધું સરખુંજ છે. ' આ ટીકા ૧૮૯૭ માં થઇ. પણ તેનાં પુસ્તકોની સંપૂર્ણ આવૃત્તિ પ્રસિદ્ધ કરી જર્મનીએ તેના તરફ બતાવેલી ઉપેક્ષાનો કાંઇક અંશે ખંગ વાળ્યો છે. અને જર્મનીએ તેના સ્મરણમાં કાંઇ સ્મારક ઉભું ન કર્યું તેથી શું થઇ ગયું ? કેપ્લરનું ખરૂં સ્મારક પથ્થરનું નથી. આપણા નિવાસસ્થાન રૂપ પૃથ્વી જેનું અંગ છે એવા સૂર્યમાળાને લાગુ પડતા વિશ્વતંત્રનો દુનીઆને પહેલીજવાર પૂર્ણ ખ્યાલ આપતા તેણે યોજેલા ગ્રહોની ગતિઓના ઝળકતા કાયદામાં તેનું ખરૂં સ્મારક રહેલું છે.

## ૫. કેપ્લરના ગ્રહોની ગતિઓના કાયદા

ગ્રહોની ગતિના તેના ત્રણ કાયદાની આલોચના કરી ઓહાન કેપ્લરનો આ અભ્યાસ આપણે પૂરો કરીશું. સૂર્યની આસપાસ ગ્રહો ગતિ કરી રહેલા છે તે કોઇ ઊંડા નિયમને અનુસરીને છે એવું

તેને હમેશાં લાગ્યા કરતું હતું. વિન્ટ્ઝ હતો તે અરસામાં તેણે લખેલું છે કે ' ત્રણ ચીજો જેવી છે તેથી જુદી કેમ નથી તેનાં કારણ શોધવા મેં ચીવટાઇથી યત્ન કરેલો છેઃ એ ત્રણ ચીજો તે ગ્રહોનાં સંખ્યા, કદ અને ગતિઓ છે. હાથમાં લીધેલાં કાર્યની ખરી અગત્યનું તેને પૂરેપૂરું ભાન હતું અને " *ટ્રીટાઇઝ ઑન ધ મોશન્સ ઑફ ધ પ્લેનેટ માર્સ* " નામના તેના પુસ્તકમાં તેણે કોપર્નિકસના વિરોધીઓને ચેતવણી આપવાની કાળજી રાખી છે. " જો કોઈ આદમી ખગોળ વિજ્ઞાન સમજી ન શકે એવી અલ્પ બુદ્ધિનો હોય, અને એટલો બધો મૂઢ હોય કે પોતાની ધાર્મિકતાને ધક્કા પહોંચાડયા વગર કોપર્નિકસના સિદ્ધાંતમાં શ્રદ્ધા ન રાખી શકતો હોય, તો મારી એને એવી સલાહ છે કે તેણે ખગોળની વાત જતી કરવી અને એ વિષયના તત્ત્વચિંતકોના એક અથવા તમામ વાદને ધુત્કારી નાંખી, પોતાને કામે લાગી જવું અને આ બધી દુનીઆદારીનો ખટરાગ છોડી ઘેર જઇ પોતાનાં ખેતરો ખેડવાં. '

કેપ્લર પાસેનાં સાધનોમાં હતાં ટાઇકો બ્રાહેનાં અવલોકનોની અમુલ્ય નોંધો અને તેનું પોતાનું ભૂમિતિનું જ્ઞાન. તેની પદ્ધતિ ખરું જોતાં ભૂલ અને અજમાવશની હતી. અંતર, ગતિનો વેગ, અને ગ્રહોના માર્ગ એ ત્રણ વચ્ચેના દરેક કલ્પી શકાય એવા સંબંધની બ્રાહેનાં પરિણામોની દૃષ્ટિએ કસોટી કરી એક પછી બીજી પરસ્પર સંબંધની કલ્પનાનો તે ત્યાગ કરતો ગયો. એ બધા યત્નો માટે તેણે આશાનું એક કિરણ જોયું. તે લખે છે કે " મને આશ્વાસન મળ્યું. હું હમણાં આપવાનો છું તે બીજાં કારણોથી તેમજ, દરેક પ્રસંગમાં ગ્રહોની ગતિઓનો તેમના સૂર્યથી થતા અંતર જોડે સંબંધ છે, તથા જ્યાં કક્ષાઓ વચ્ચે કોઇ મોટો ગાળો આવી જતો ત્યાં તેમની ગતિઓના વેગ વચ્ચે પણ તેવો જ ગાળો રહેતો એ બીનાથી મારી સફળતાની આશાને ટેકો મળતો હતો. "

કૉપર્નિકસની પેઠે કેપ્લર પણ ખાસ કરીને મંગળની ગતિઓને અનુસરતો હતો, કારણ કે કસોટી કાઢવા માટે તેમજ તાળો મેળવવા માટે જરૂરનો પૂરાવો આપવા માટે તેની ગતિ પૂરતી ઝડપી છે. મંગળની ખરી કક્ષા કઈ હતી ? તેણે થોડા જ સમયમાં નક્કી કરી લીધું કે જો તેની કક્ષા વર્તુળાકૃતિ હોય તો તો સૂર્ય એના કેંદ્રમાં નજ હોઇ શકે. બહુ મહેનતને અંતે તે એક પગલું આગળ વધ્યો. હું જોયું કે એ ગ્રહનું સૂર્યથી અંતર ઘટતું ત્યારે તેની ગતિ તે પ્રમાણમાં વધારે ઝડપી થતી, અને એ અંતર વધતું ત્યારે તેની ગતિ ધીમી પડતી હતી. આ ઉપરથી તેને એ ખ્યાલ આવ્યો કે સરખા સમયના ગાળામાં એ ગ્રહ સરખું અંતર કાપતો હતો. ગ્રહની કક્ષા એક વર્તુળથી બતાવવામાં આવે અને સૂર્ય તેના કેંદ્રમાં ન હોય તો એવા સંજોગોમાં એ ગ્રહ સરખા સમયમાં સરખા અંતર પર પસાર થશે ? એની કક્ષામાં સૂર્યને જુદાં જુદાં અનેક સ્થાનોએ કલ્પી તેણે તાળો મેળવી જોયો, પણ તેમ કરતાં તેને કાંઇ પૂરો મેળ બેઠો નહિ. ત્યાર બાદ તેણે અંડાકાર લંબ-વર્તુળ કક્ષાની અજમાયશ કરી જોઇ, પણ એમાંય કાંઇ બરાબર મેળ ખાધો નહિ. આખરે તેને ખરો ખુલાસો અણચીંતવ્યો મળી ગયો. દીર્ઘવર્તુળની અજમાયશ કાં ન કરવી ? બ્રાહેના અવલોકનની મદદથી તેણે આ વાદની પરીક્ષા કરી અને તેમ કરતાં સુંદર રીતે મેળ બેસી ગયો. આખરે લાંબા સમયથી જે રહસ્યની શોધમાં તે હતો તે તેને મળી ગયું. ગ્રહની કક્ષા દીર્ઘવર્તુળ આકૃતિની છે તેના એક નાભિકેંદ્રમાં સૂર્ય રહે છે અને પોતાની કક્ષામાં સૂર્યની આસપાસ ફરતાં તેની ગતિમાં થતા ફેરફાર એવા પ્રકારના છે કે એક સરખા સમયમાં ગ્રહો એક સરખું અંતર કાપે છે. સૂર્યનું સ્થાન બતાવનાર અક્ષર સ. અચરૂઢ એ દીર્ઘવર્તુળના એક નાભિ કેંદ્રમાં છે. આ દીર્ઘવર્તુળ કોઇ ગ્રહની કક્ષા બતાવે

છે. આ આકૃતિ પરથી જણાય છે કે ગ્રહ જ્યારે अ આગળ હોય ત્યારે તે સૂર્યથી ઓછામાં ઓછે અંતરે હોય છે અને क આગળ હોય છે ત્યારે તેનાથી વધારેમાં વધારે અંતરે હોય છે. અવલોકનથી જણાય છે કે अ આગળ તે ગ્રહની ગતિ વધારેમાં વધારે હોય છે અને क આગળ તે ઓછામાં ઓછી હોય છે. अ, ब, क, ड, इ વગેરે સરખા સમયને ગાળે થતાં તે ગ્રહનાં સ્થાન બતાવે છે. એ બધાં બિંદુઓને આપણે स જોડે જોડી દઇએ તો તે ગ્રહ જે ક્ષેત્રફળ ઉપર પસાર થાય છે તે અનુક્રમે अबस, बकस, कडस, डइस અને इकस થાય છે, અને એ બધાં ક્ષેત્રફળ બરાબર સરખાં જણાય છે.

કૅપ્લરને પોતાની સફળતા પર પૂરેપૂરો હક્ક હતો, પણ તેની કૃતિ હજુ પૂરી થઇ નહતી. જુદા જુદા ગ્રહ સૂર્યથી જુદે જુદે અંતરે છે, અને સૂર્યની આસપાસની તેમની સરાસરી ગતિના વેગ વચ્ચે કાંઇ ચોક્કસ સંબંધ છે એમ તેને લાગ્યા કરતું હતું. એ સંબંધ તેને હજુ પ્રકટ કરવાનો હતો. તે બેની વચ્ચે આવો સંબંધ છે એવું તેને કેમ લાગ્યા કરતું હતું તે આપણે ભાગ્યે જ કહી શકીએ એમ છીએ. પણ તેને એમ લાગ્યા કરતું હતું કે બધા કુદરતી ચમત્કારોમાં સાદા ગણિતના કાયદાની હયાતીનાં ચિહ્ન જોઇ શકાય છે. આ દિશામાં તેને દોરવણી આપનાર કાંઇ જ નહતું. તેને એમ લાગ્યા જ કરતું હતું કે ગ્રહોની ગતિઓની પાછળ કોઇ ઉંડા ચોક્કસ નિયમો છે એટલું જ નહિ, પણ પોતે વહેલો મોડો તે નિયમો શોધી કાઢવામાં સફળ થશે જ. એ પ્રકારની અંતઃ પ્રેરણા તેની પ્રતિભાના એક અંશરૂપ હતી, અને ખરે જ તેણે એ નિયમો શોધી કાઢયા, જો કે તે તેને વહેલા નહિ પણ બહુ મોડા જડયા. પોતાના જ શબ્દોમાં એ શું કહે છે તે જોઇએઃ—

'આકાશી ગ્રહના માર્ગોમાં મેં પાંચ ઘનાકૃતિઓની કલ્પના

કરી હતી ત્યારે બાવીશ વર્ષ પહેલાં મેં જે વાતની આગાહી કરી હતી, અને ટૉલેમીનું " હાર્મોનીઝ " એ પુસ્તક વાચતાં પહેલાં ઘણા સમય અગાઉ જે વાતમાં મને ઊંડી શ્રદ્ધા હતી, અને મારી શોધની ખાત્રી થતાં પહેલાં જે પુસ્તકનું નામ મેં નક્કી કર્યું હતું, તેમાં મેં મારા મિત્રોને જેનું વચન આપ્યું હતું, સોળ વર્ષ તથા ઉપર શોધી કાઢવાની વસ્તુ તરીકે મેં જેની ભારપૂર્વક ભલામણ કરી હતી, જેને ખાતર હું ટાઇકાબ્રાહે જોડે જોડાયો અને જેને માટે હું પ્રાગમાં વસ્યો, જેને માટે મારી જીંદગીનો ઉત્તમોત્તમ ભાગ મેં ખગોળના ચિંતનમાં ગાળ્યો તે આખરે મેં પ્રકાશમાં આણ્યું છે. એ પ્રકાશની મને પહેલીવાર ઝાંખી થઇ તેને અઢાર માસ ભાગ્યે જ થયા છે. એનું પ્રભાત થયે ત્રણ માસ થયા છે અને કોઇ પણ જાતના પરદા વગરનો અને નજર માંડવા માટે બહુ જ આદર પાત્ર સૂર્યનો સાક્ષાત્કાર થયે તો બહુ જ થોડા દહાડા થયા છે. મને કોઇ જ રોકી શકે એમ નથી મારી આ ધાર્મિક ઝનુનમાં હું લાગ્યો જ રહીશ. મારા દેવનું મંદિર બાંધવા હું મિસરવાસીઓના સોનાના કળશ ચોરી અતિ દૂર લઇ ગયો છું એ વાતનો પ્રામાણિક એકરાર કરી હું માનવજાતિ પર જય મેળવીશ. જો તમે મને માફ કરશો તો મને આનંદ થશે. તમે ગુસ્સે થશો તો તે હું સહી લઇશ. હવે તો પાસો ફેંકાયો છે. પુસ્તક લખાઇ ચુક્યું છે. તે હાલ વંચાય કે ભવિષ્યની પેઢીઓ તેને વાંચે. તેને કોણ વાંચશે તેની મને પરવા નથી. ભગવાને અવલોકન કરનાર માટે ૬૦૦૦ વર્ષ વાટ જોઇ તેમ એ પુસ્તક વાંચક માટે ભલે એક સો વાટ જુએ.

* તમારે તેની ચોક્કસ પળ જાણવી હોય તો આ સાલ ૧૬૧૮ ના માર્ચ માસની ૮મી તારીખે એ ખ્યાલ પહેલ વહેલો મારા મનમાં આવ્યો; પણ ગણત્રીમાં કાંઇક ભૂલ થતાં મેં તે

વખતે ખોટો ગણી તેનો અસ્વીકાર કર્યો. મેની ૧૫ મીએ નવા બળથી હું એ ખ્યાલ તરફ પાછો ફર્યો; અને બ્રાહેના અવલોકનો પર મેં કરેલી ૧૭ વર્ષ મહેનતના પરિણામ અને અને આ ખ્યાલ વચ્ચે એવો તો મેળ બેસી ગયો કે તેથી મારા મનનો અંધકાર દૂર થયો અને મને ક્ષણભરતો એમ થયું કે હું સ્વપ્નામાં હઇશ અને મેં શરૂઆતમાં માની લીધેલી વાતને મારી મહેનતનું પરિણામ માની લીધું હશે. પણ એ વાત ચોકકસ છે કે બે ગ્રહોના સામયિક ગાળાઓ વચ્ચેનું પ્રમાણ તેમની કક્ષાઓ વચ્ચેના સરાસરી અંતરના પ્રમાણથી દોઢું હોય છે. '

આ વાતને આપણે સાદી ભાષામાં મુકીએ. કેપ્લરની શોધ એવી હતી કે બધા ગ્રહોને માટે સૂર્યની આસપાસની તેમની ગતિઓના સમયનો વર્ગ તેમના સૂર્યથી થતા સરાસરી અંતરના ઘન જેટલો હોય છે.

મંગળની ગતિને આ નિયમ લાગુ પાડી જોઇએ. આપણી પાસે નિશ્ચિત પાયારૂપ માહીતિ નીચે મુજબ છે. સૂર્યથી પૃથ્વીના અંતરને એકમ ગણીએ અને સૂર્યની આસપાસ તેની પ્રદક્ષિણાના સમયને પણ એકમ વર્ષ લઇએ તો

| | |
|---|---|
| સૂર્યથી પૃથ્વીનું અંતર | ૧·૦૦૦ એકમ |
| સૂર્યથી મંગળનું અંતર | ૧·૫૨૩૭ એકમ |
| પૃથ્વીનો સૂર્યની આસપાસ પ્રદક્ષિણાનો સમય | ૧·૦૦૦ વર્ષ |

તો સૂર્યની આસપાસ પ્રદક્ષિણા કરવાનો મંગળનો સમય કેટલો ?

કેપ્લરના ત્રીજા નિયમ મુજબ

$$\frac{(\text{મંગળનો પ્રદક્ષિણા સમય})^2}{(\text{મંગળનું સૂર્યથી અંતર})^3} = \frac{(\text{પૃથ્વીનો પ્રદક્ષિણા સમય})^2}{(\text{પૃથ્વીનું સૂર્યથી અંતર})^3}$$

∴ ઉપરની નિશ્ચિત કિંમતો આ સમીકરણમાં મૂકતાં

$$\frac{(\text{મંગળનો પ્રદક્ષિણા સમય})^2}{(૧\text{-}૫૨૩૭)^3} = \frac{૧^2}{૧^3}$$

$$(\text{મંગળનો પ્રદક્ષિણા સમય})^2 \times ૧^3 = ૧^2 \times (૧\text{-}૫૨૩૭)^3$$

$$\text{મંગળનો પ્રદક્ષિણા સમય} = \sqrt{(૧\text{-}૫૨૩૭)^3}$$

$$= ૧\text{-}૮૮૦૮ \text{ વર્ષ}$$

આ પરિણામ ખરું છે. એવું જ બીજા ગ્રહોની બાબતમાં સમજવું.

ત્યારે આ કેપ્લરનું જીવનકાર્ય છે. એના ત્રણ કાયદાને ફરી કહી જઇ આ પ્રકરણ પુરું કરીએ તેના કરતાં બીજી કોઇ રીતે એની યાદદાસ્તનો વધારે યોગ્ય આદર કરી શકાય એમ નથી.

નિયમ ૧ લો—બધા ગ્રહો લંબવર્તુળ કક્ષામાં સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરે છે અને સૂર્ય તેમની કક્ષાના એક નાભિ કેંદ્રમાં હોય છે.

નિયમ ૨ જો—સૂર્ય જોડે તે ગ્રહને જોડનારી રેખા સરખા સમયાંતરોમાં સરખાં ક્ષેત્રફળ પર ફરી જાય છે.

નિયમ ૩ જો—બધા ગ્રહોને માટે સૂર્યની આસપાસની તેમની પૂરી પ્રદક્ષિણાના સમયનો વર્ગ તેમના સૂર્યથી સરાસરી અંતરના ઘનના પ્રમાણમાં હોય છે.

---

પાસે તેણે એક ઘર રાખ્યું. થોડા સમયમાં એ ઘર તત્ત્વ ચિંતકોની મહાશાળા અથવા તેમની મંડળીના મિલન ગૃહ જેવું થઇ પડયું. યુરોપમાં એ જાતની કદાચ તે પહેલી જ સંસ્થા હશે, પણ વિલાયતમાં તો તે ખચીતજ પહેલી સંસ્થા હતી. એ તો નિઃસંદેહ વાત છે કે આ જ જગ્યા પ્રથમ તેના રસાયનના અને પાછળથી વિજળી અને લોહચુંબકના દરયોની જાણીતી શોધ અને પ્રયોગોની રંગભૂમિ રૂપ બની હતી. ડાક્ટર તથા પ્રયોગકાર તરીકે તેની ખ્યાતિ બહુજ વધી ગઇ હતી અને ૧૬૦૦ માં તે તેની પરાકાષ્ટાએ પહોંચી ગણી શકાય. એ વર્ષમાં તે 'રૉયલ કૉલેજ ઑફ ફીઝિશિયન્સ'નો પ્રમુખ નીમાયો. તે સાલે જ તેના શકવર્તી પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિ થઇ અને આખરે એજ સાલમાં રાણી ઇલિઝાબેથના દરબારમાં તેની મુખ્ય રાજવૈદ્ય તરીકે નીમણૂંક થઇ.

આને પરિણામે ડૉ. ગિલ્બર્ટે સેંટપીટરની ટેકરી પરનું ઘર છોડી દીધું અને ૧૬૦૦ ના ફેબ્રુઆરી માસના અરસામાં તે દરબારમાં દાખલ થયો. એના પુસ્તક 'ડી મેગ્નેટી'ની પ્રસિદ્ધિને મિશ્ર આવકાર મળ્યો. એની પ્રસ્તાવનાથી કુદરતી રીતે તેના ઘણા સમકાલીન વિદ્વાનોને બહુ રોષ થયો; છતાં એવા પણ ઘણા હતા જેની પર એ પુસ્તકની વસ્તુથી બહુ પ્રબળ પ્રભાવ પડયો. ૧૬૧૬ માં તેના 'મેગ્નેટિકલ એડવર્ટાઇઝમેન્ટ્સ'માં વિલિયમ બાર્લો પોતાને ગિલ્બર્ટ તરફથી મળેલા એક કાગળ વિષે લખે છે. તેમાં એમ લખેલું હતું કે,

'અહીં એક ડાહ્યો વિદ્વાન પુરૂષ છે. તે વેનિસનો મંત્રી છે અને રાજ્યનો મોકલ્યો તે અહીં આવેલો છે. અમારાં રાણી સાહેબે તેનો બહુ માન ભર્યો સત્કાર કર્યો છે. વેનિસના એક બહુ વિદ્વાન જોહનીસ ફ્રાન્સિસ્કસ સેગ્રેડસ નામના એક ગૃહસ્થ તરફથી તે મારી

તે ગામનો મુકત વતની થવા પામ્યો હતો. આગળ જતાં તે લ્ચેસ્ટરના નોંધણીદારના પદ સુધી ચઢયો હતો. તેને ચાર કે પાંચ છોકરાં હતા અને નવાઇ જેવી વાત એ છે કે બેનાં નામ વિલિયમ હતાં. એ બે વિલિયમોમાંથી આપણે જેની સાથે લેવા દેવા છે તે એ બેમાંનો મોટો. અઢાર વર્ષની વયે ગિલ્બર્ટ કેમ્બ્રિજની સેંટ જૉન કૉલેજનો વિદ્યાર્થી થયો અને ગણિતના અભ્યાસથી તેણે વિદ્યાપીઠની કારકીર્દિની શરૂઆત કરી. ૧૫૬૦ માં તેણે બી. એ. ની ઉપાધિ મેળવી. ૧૫૬૧ માં તે તે કૉલેજનો વિદ્યાર્થી-શિક્ષક નીમાયો અને ૧૫૬૪ માં એમ. એ. થયો. પાછળથી તે ગણિતના વિષયનો પરીક્ષક નીમાયો. આ અરસામાં ખરા દિલથી તેણે વૈદકીય અભ્યાસમાં પોતાનું ચિત્ત લગાડયું હોય એમ જણાય છે, કારણ કે ૧૫૬૯ માં એમ. ડી. તરીકે એ વિષયના અભ્યાસમાં તે ઉત્તીર્ણ થયો. તેજ વર્ષના ડીસેંબર માસની ૨૧ મી તારીખે તેને વડા વિદ્યાર્થી-શિક્ષક તરીકે કામ પર ચઢાવવામાં આવ્યો.

તેના સમયના ભણેલા આદમીઓની પ્રથાને અનુસરી હવે તેણે કેંબ્રિજ છોડયું અને સોળમાં સૈકાની દુનીઆના બુદ્ધિના કેંદ્ર ઇટલીની મુલાકાત લેવાના હેતુથી તે યુરોપ ખંડના પ્રવાસે નીકળી પડયો. ૧૫૭૩ માં તે વિલાયત પાછો ફર્યો અને લંડનમાં સ્થિર થઇ ડાકટરનો ધંધો કરવા લાગ્યો. તે ધંધામાં તે બહુ સફળ થયો અને થોડા સમયમાં એક પંકાતા ડાકટર તરીકે તેની આબરૂ બંધાઇ. ૧૫૭૩ 'રૉયલ કૉલેજ ઑફ ફીઝિશિયન્સ' નામની સંસ્થાના એક સભ્ય તરીકે તેની પસંદગી થઇ અને પાછળથી તે એ જ સંસ્થાનો ખજાનચી થયો. થોડા સમય માટે તે રાણી ઇલિઝાબેથના સાધારણ રાજ્યવૈદ્યની જગ્યા ઉપર રહ્યો હતો, અને પોતાની એ જગ્યા તથા ખાનગી ધંધો એ બંને કામ સારી રીતે સચવાય એ હેતુથી સેંટ પૉલના દેવળ પાસે સેંટ પીટરની ટેકરી

પાસે તેણે એક ઘર રાખ્યું. થોડા સમયમાં એ ઘર તત્ત્વ ચિંતકોની મહાશાળા અથવા તેમની મંડળીના મિલન ગૃહ જેવું થઇ પડયું. યુરોપમાં એ જાતની કદાચ તે પહેલી જ સંસ્થા હશે, પણ વિલાયતમાં તો તે ખચીતજ પહેલી સંસ્થા હતી. એ તો નિઃસંદેહ વાત છે કે આ જ જગ્યા પ્રથમ તેના રસાયનના અને પાછળથી વિજળી અને લોહચુંબકના દરશોની જાણીતાં શોધ અને પ્રયોગોની રંગભૂમિ રૂપ બની હતી. ડાકટર તથા પ્રયોગકાર તરીકે તેની ખ્યાતિ બહુજ વધી ગઇ હતી અને ૧૬૦૦ માં તે તેની પરાકાષ્ટાએ પહોંચી ગણી શકાય. એ વર્ષમાં તે 'રૉયલ કૉલેજ ઑફ ફીઝિશિયન્સ'નો પ્રમુખ નીમાયો. તે સાલે જ તેના શકવર્તી પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિ થઇ અને આખરે એજ સાલમાં રાણી ઇલિઝાબેથના દરબારમાં તેની મુખ્ય રાજવૈદ્ય તરીકે નીમણોક થઇ.

આને પરિણામે ડૉ. ગિલ્બર્ટે સેંટપીટરની ટેકરી પરનું ઘર છોડી દીધું અને ૧૬૦૦ ના ફેબ્રુઆરી માસના અરસામાં તે દરબારમાં દાખલ થયો. એના પુસ્તક 'ડી મેગ્નેટી'ની પ્રસિદ્ધિને મિશ્ર આવકાર મળ્યો. એની પ્રસ્તાવનાથી કુદરતી રીતે તેના ઘણા સમકાલીન વિજ્ઞાનીઓને બહુ રોષ થયો, છતાં એવા પણ ઘણા હતા જેની પર એ પુસ્તકની વસ્તુથી બહુ પ્રબળ પ્રભાવ પડ્યો. ૧૬૧૬ માં તેના 'મેગ્નેટિકલ એડવર્ટાઇઝમેન્ટસ'માં વિલિયમ બાર્લો પોતાને ગિલ્બર્ટ તરફથી મળેલા એક કાગળ વિષે લખે છે. તેમાં એમ લખેલું હતું કે,

'અહીં એક ડાહ્યો વિદ્વાન પુરૂષ છે. તે વેનિસનો મંત્રી છે અને રાજ્યનો મોકલ્યો તે અહીં આવેલો છે. અમારાં રાણી સાહેબે તેનો બહુ માન ભર્યો સત્કાર કર્યો છે. વેનિસના એક બહુ વિદ્વાન જોહનીમ ફ્રાન્સિસ્કસ સેગ્રેડસ નામના એક ગૃહસ્થ તરફથી તે મારી

પર લાટિન ભાષામાં લખેલો એક પત્ર લાવેલો છે. તે લોહચુંબકના વિષયમાં બહુ મોટા પુરૂષ છે અને લખે છે કે તેણે વેનિસના વિદ્વાન પુરૂષો સાથે તેમજ પાદુઆના વાંચકો સાથે મેળાપ કરેલો છે. તે મારા પુસ્તકને માટે જબરી ચાહના જાહેર કરે છે.'.

એતો ચોકકસ છે કે મહાન ગેલીલીઓ બહુ જોરશોર તેની પ્રશંસા કરતો હતો. તેણે લખ્યું છે કે "હું 'ડી મેગ્નેટી'ના લેખકની અતિશય પ્રશંસા કરૂં છું અને તેની ઇર્ષ્યા કરૂં છું. જે જાતના અનુભવને આધારે લખતા નથી, પણ મૂર્ખ અને હલકી પ્રતના લોકો પાસેથી જે કાંઇ સાંભળે છે તેની પુનરાવૃત્તિ માત્ર કરે છે, અને જાતી અનુભવથી પોતાની જાતને સંતોષ આપવા યત્ન કરતા નથી એવા ઘણા મિથ્યાભિમાની અને કલ્પિત વાતો લખનારા લેખકોની નાલેશી થાય એવાં જે સંખ્યાબંધ નવાં અને ખરાં અવલોકનો તેણે કર્યાં છે તે માટે તે મોટા માનને લાયક છે એમ હું ધારૂં છું'.

૧૬૦૩ ના માર્ચમાં રાણી ઇલિઝાબેથ મરી ગઇ, પણ તેની પછી ગાદીએ આવનાર પહેલા જેમ્સે વિલિયમ ગિલ્બર્ટને દરબારના મુખ્ય વૈદ્ય તરીકે ચાલુ રાખ્યો. પણ આ નવા રાજવંશી આશ્રયદાતાની તેની નોકરી બહુ ટુંકી મુદતની નીવડી, કારણ કે તેજ સાલના નવેંબરની ૩૦ મીએ ડૉ. ગિલ્બર્ટ મરણ પામ્યો. તેનું મરણ ઘણું કરીને તેના જન્મના ગામ કોલ્ચેસ્ટરમાં થયું હતું. તેણે પોતાનાં તમામ પુસ્તક, યંત્રો, લોહચુંબકની કાચી ધાતુ તથા બીજા ખનિજના નમૂના 'કૉલેજ ઑફ ફીઝિશિયન્સ'ને વારસામાં આપ્યા. તે સંસ્થાનું મકાન, તે સમયે 'એમન કોર્નર' નામના સ્થળે હતું. કમનશીબે એ બધી ચીજો ૧૬૬૬ ની મોટી આગમાં નાશ પામી.

'૧૬૬૨ માં પ્રસિદ્ધ થયેલા ' વર્થીઝ ઑફ ઇંગ્લેંડ 'ના પુસ્તકમાં બહુ આલ્હાદદાયક વિનોદી લેખક જે તે કાંઇક અંશે પોતાના વિનોદનું ભાન થતું હતું તે ગિલ્બર્ટ વિષે લખે છે કેઃ

' તેનામાં વેનિસના કાચની સ્વચ્છતા હતી, પણ તેનું બરડપણું નહતું; વહેલો પાકે ચઢેલો હોવા છતાં તેની પૂર્ણતાની બાબતમાં તે બહુ લાંબો નીભનારો હતો. તેણે ડાક્ટર તરીકે જીવનની શરૂઆત કરી અને તે રાણી ઇલિઝાબેથનો ડાક્ટર થયો. તે રાણીએ તેની પર પોતાની કૃપાનાં ઘણાં ચિહ્ન બતાવ્યાં છે અને આખરે તેને તેના અભ્યાસમાં ઉત્તેજવા એક સાલીઆણું પણ બાંધી આપ્યું છે. તે રસાયન વિજ્ઞાનને નાદે ચઢયો છે અને તે વિષયમાં તેણે ખૂબ ચોકસાઈ મેળવી છે. કોઇએ તેને વિષે કહેલું છે કે તે બહુ શુષ્ક હતો, પણ માનવદ્વેષી નહતો. હું એનો અર્થ એવો કરું છું કે તે બહુ ઓછા બોલો અથવા અતડો હતો પણ હીવેલીઓ નહતો. પોતાના બંધુજનોને વધારે ઉપયોગી થઇ શકાય એટલા માટે જાણી જોઈને તેણે લગ્નજ નહતાં કર્યાં. રાણી પ્રત્યે તેની રાજનિષ્ઠા એવી હતી કે જાણે તેના મરણ બાદ પોતે જીવતો રહેવા ઇચ્છતો ન હોય તેમ તે મરણ પામી તેજ વર્ષમાં તે પણ મરણ પામ્યો. તે કદે ઉંચો હતો, તેનો ચહેરો આનંદી હતો. આવું સુભાગ્ય એના જેવા પ્રખર અભ્યાસી તથા નિવૃત્તિપ્રિય સ્વભાવવાળા માણસને માટે સુલભ નથી. કોલ્ચેસ્ટરમાં, ત્રિનિટીના દેવળમાં એક સાદા સ્મારક નીચે તે દાટેલો પડયો છે. મકાનમાં મહમદની કબર એક અદશ્ય લોહચુંબકથી આકર્ષાઇ વિચિત્ર રીતે ઉભી લટકે છે એમ કહેવાય છે; પણ ડાક્ટરની યાદગીરી કદી જમીનદોસ્ત થશે નહિ. તેનું અપ્રતીમ પુસ્તક " ડી મેગ્નેટી " તેને અનંતકાળ સુધી ટકાવી રાખશે. '

## ૩. ડી મેગ્નેટી.

૧૬૦૦ ની સાલમાં લંડનમાં પ્રસિદ્ધ થયેલા ગિલ્બર્ટના પુસ્તકનું આખું નામ ' ડી મેગ્નેટી મેગ્નેટિસિસ્ક કોર્પોરિબસ એટ ડી મેગ્નો મેગ્નેટી ટેલ્યુર; ફીઝિઓલોજી યા નોવા, ' એટલે ' ઑફ ધી મેગ્નેટ એન્ડ મેગ્નેટિક બૉડિઝ એન્ડ ઑફ ધૅટ ગ્રેટ મેગ્નેટ ધી અર્થ; એન્યુ ફીઝિઓલૉજી ' એવું હતું. આ પુસ્તકે અત્યાર સુધી બહુજ ઓછા જાણવામાં આવેલા વિષય પર પ્રકાશ રેલાવ્યો એ વાતને બાજુએ રાખતાં વૈજ્ઞાનિક તપાસણી માટે પ્રયોગનો આધાર અતિશય જરૂરી વસ્તુ છે એ વાત પર બહુ ભાર મૂકવાની જરૂર હતી તે કામ તેણે કર્યું. બીજા કોઇ કારણે નહિ તો પણ પ્રયોગોના ટેકા સાથે મુદ્દા રજુ કરવાની રીત દાખલ કરવાને કારણે વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં કાયમી સ્થાન મેળવવા માટે ગિલ્બર્ટ હકદાર થાય એમ છે. કોઇ દલીલ કે કથનના સત્યનો નિર્ણય પ્રયોગથી થઇ શકે એમ હોય તો ગિલ્બર્ટનો એવો મત છે કે તેની સચ્ચાઇ પ્રયોગને પરિણામેજ સ્થપાવી જોઇએ કે જવી જોઇએ, અને એવો પ્રયોગ માત્ર એકજવાર નહિ, પણ તેમાં અકસ્માતથી રહી ગયેલી ત્રુટિઓ દૂર કરવા અને તેમ કરી તેની સચ્ચાઇની પાકી ખાત્રી થવા માટે ઉપરા ઉપરી ઘણીવાર થવો જોઇએ.

દાખલા તરીકે ગાયોવાનિ બટિસ્ટા પોર્ટા નામનો એક ઇટાલીયન વિદ્વાન એવું શીખવી ગયો હતો કે હીરા જોડે ઘસેલું લોઢું જાણે લોહચુંબક જોડે ઘસાયું હોય એમ વર્તે છે, એટલે કે આજે આપણે જેને ' ધ્રુવત્વ ' શબ્દથી જાણીએ છીએ એ ધર્મ ટુંકા સમય માટે તેનામાં આવે છે અને પરિણામે આપણે તેને અદ્ધર અને છુટું લટકાવીએ તો પૃથ્વીના ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવ તરફ છેડા રહે એ રીતે તે આખરે સ્થિર થશે. ગિલ્બર્ટ નીચેના શબ્દોમાં પોર્ટાને ઉધડો લે છેઃ

'ઘણા સાહેદોની દેખતાં છપ હીરાઓ સાથે અમે જાતે આ પ્રયોગ કર્યો છે, અને તેમાં અમે સંખ્યા બંધ લોઢાના સળીઆ તથા તારના ટુકડાઓનો ઉપયોગ કર્યો છે. બુચથી ટેકવાયેલા તે પાણી પર તરતા હતા તે વખતે બહુ જ કાળજીથી અમે તેનો ઉપયોગ કર્યો છે, પણ પોર્ટાએ નિર્દેશેલું પરિણામ એકવાર પણ જોવા માટે હું ભાગ્યશાળી થઇ શકયો નથી.'

શોધખોળને માટે પ્રયોગપદ્ધતિનો ગિલ્બર્ટનો સિદ્ધાંત તેનાજ શબ્દોમાં વર્ણવીએ તેજ ઠીક થઇ પડશે:

'છુપાં રહસ્યોની શોધમાં તેમજ વસ્તુઓનાં છુપાં કારણોની ખોજમાં ખરા જેવી જણાય એવી અટકળો તથા સાધારણ અધ્યાપકો તથા દાર્શનિકોના મત કરતાં, વિશ્વાસપાત્ર પ્રયોગોથી વધારે ચોખ્ખા પૂરાવા મળે છે. મહાન લોહચુંબક રૂપ આપણી પૃથ્વીનું ઉમદા તત્વ જે અત્યાર સુધી તદ્દન અજાણ્યું હતું તે તથા આપણા આ ગોળાની અદ્‌ભૂત શક્તિઓ વધારે સારી રીતે સમજાય એટલા માટે હું પ્રથમ સાદી લોહચુંબકો, લોહચુંબક પથ્થર, લોઢાની ચીજો, લોહચુંબકના ધર્મવાળાં દ્રવ્ય અને આપણા હાથથી પહોંચાય તથા આપણી ઇંદ્રિયોથી ગમ્ય એવા આપણી પૃથ્વીના સમીપના ભાગો વિષે ચર્ચા કરીશ. ત્યારબાદ હું મારા નવા લોહચુંબકના પ્રયોગો બતાવવાનું શરૂ કરીશ અને તેમ કરી પહેલી જ વાર હું પૃથ્વીના ઊંડાણમાં ઊંડા ભાગ ભેદીશ........

જેને એના એ પ્રયોગો ફરી કરવા હોય તે એ પદાર્થ વાપરે પણ તે બેદરકારીથી નહિ પણ ડહાપણ અને કુશળતાથી તથા યોગ્ય વિધિથી; અને કદાચ એ વસ્તુ મળી ન થાય તો અજ્ઞાન વશ થઇ તેણે મારી શોધોની નિંદા કરવા ન મંડી જવું, કારણ કે જેની ઘણી

વાર અજમાયશ ન કરી જોઇ હોય એવું કાંઇ જ આ પુસ્તકમાં લખવામાં આવ્યું નથી. '

સુંબકત્વ તથા ઘર્ષણવિજળી વિષે કાંઇક થોડી ઝરખી માહીતિ તો માયલેટસના થેલ્સના સમય જેટલી વહેલી જાણમાં હતી. સંભવ છે કે અંબરને ઘસતાં તે કાગળના નાના ટુકડા જેવી ચીજોને આકર્ષે છે એ બીનાથી કદાચ થેલ્સને એ વિષે કાંઇક માહીતિ હશે. વળી તેને ચુંબકના પથ્થરના ચુંબકત્વ ધર્મની પણ માહીતિ હતી, પણ તે એમ માનતો હતો કે એ બંને ચીજોમાં જીવ છે. આખા મધ્યયુગમાં તેની પછીના તત્ત્વવેત્તાઓમાં જે પ્રકારની માન્યતા પ્રચલિત હતી તેનો આ એક નમૂનો છે. લોહચુંબક ધર્મના ચમત્કાર લોકોના મનમાં જાદુની કલ્પના જોડે સારી રીતે ઓતપ્રોત થયેલા હતા અને તેમને છુટક કરવાના કામની આશા નહતી.

' લોહચુંબકના પથ્થર પર માણસના દિલમાં બેચેની કરવાનો તથા પ્યારને વહી જવા દેવાનો આરોપ મુકવામાં આવતો હતો. લસણના રસથી ઘસતાં તેની શકિત નાશ પામતી હતી અને બકરાનું લોહી ચોપડવાથી તેની તે શકિત પાછી આવતી હતી. વળી એવું મનાતું હતું કે હીરાના સાંનિધ્યમાં તે લોઢાની વસ્તુ આકર્ષવાની ના પાડતો હતો.

ગિલ્બર્ટે આ કથન એક પછી એક લેવા માંડયાં અને પ્રયોગની કડક કસોટીથી એ દરેક કથનનાં પોલ તેણે ઉઘાડાં પાડયાં. પણ તેનું કામ માત્ર બીજા લોકોનાં કથનોનાં અસત્યને ઉઘાડાં પાડવામાં જ મર્યાદિત થતું નહતું. દાખલા તરીકે ઘર્ષણ વિજળીનો દૃષ્ટાંત લો. એના અનેક પ્રયોગોએ બતાવી આપ્યું કે ઘસાવાથી હલકી ચીજો ખેંચવાની શકિત માત્ર અંબરમાં જ આવે છે એમ નથી. બહુ સંભાળથી બરાબર મધ્યબિંદુએ સમતોલ ટેકવેલી હલકી

સોયને ખેંચાતી વસ્તુ તરીકે વાપરીને તેની સામે તેણે જુદા જુદા પદાર્થ ઘસીને ધરી જોયા. તેમાંના કાચ, ગંધક, લાખની લાકડી, રાળ, હીરો, પોખરાજ, ઓપાલ જેવા કેટલાક પદાર્થથી તે સોય તુરત આકર્ષાઈ આવતી જણાઈ. આવા પદાર્થોને તેણે "ઇલેક્ટ્રીક્સ" એવું નામ આપ્યું. અંબરને ગ્રીક ભાષામાં "ઇલેક્ટ્રોન" કહે છે અને આ બધા પદાર્થોમાં અંબરની પેઠે ઘસાતાં નાની નાની ચીજોને પોતાના તરફ ખેંચવાની શક્તિ આવતી જણાય છે તેથી તે બધા "અંબર વર્ગના" છે એમ સૂચવવા ઉપર મુજબનું નામ આપવામાં આવ્યું હતું. આરસપહાણ હાથીદાંત, એબની, ચકમક, મોતી, પરવાળાં તથા ધાતુઓને તેણે " નોન ઇલેક્ટ્રિક " કહેલાં છે. આપણી હાલની માહીતિ મુજબ આ વર્ગીકરણ બરાબર નથી. પણ વિજળીની વહનશીલતા ( કંડક્ટિવિટી ) તથા સંરક્ષણ ( ઇન્સ્યુલેશન ) ધર્મો વિષે તેને કાંઈ માહીતિ હતી નહિ. તેવી માહીતી હોત તો તેને સમજાઈ જાત કે જે પદાર્થોને તે " નોન–ઇલેક્ટ્રિક " ગણતો હતો, તેનું યોગ્ય વિધિથી સંરક્ષણ કરવામાં આવ્યું હોય, એટલે કે તેમાં પેદા થયેલી વિજળી તેમાંથી વહી ન જાય એવી ગોઠવણ કરવામાં આવી હોય તો તેવા પદાર્થોમાં પણ ઘર્ષણથી વિજળી પેદા કરી શકાય છે.

લોહચુંબકના ક્ષેત્રમાં તો ગિલ્બર્ટે મેળવેલી સિદ્ધિઓ અતિશય અગત્યની હતી. પ્રયોગ પદ્ધતિના પ્રબળ પક્ષકારોમાં પહેલ કરનાર તરીકેનું તેનું કામ કોરે મુકીએ, તો પણ પૃથ્વી પોતે એક લોહચુંબક છે એ બાબત પહેલ વહેલી બરાબર સમજી જવા માટે તે હમેશાં યાદગાર રહેશે. આપણે જાણીએ છીએ કે પાણીના વાસણમાં ધુચ પર ટેકવી હમેશાં ઉત્તર દક્ષિણ દિશા બતાવતો રહે

ાઇનસે વાપર્યો હતો. પણ હોકાયંત્રની સોય હમેશાં એક જ દિશા બતાવતી શા માટે રહે છે તે કોઇ જાણતું નહતું. વળી ૧૪૮૯ થી ૧૫૬૪ ના અરસામાં થઇ ગયેલા ન્યુરેમ્બર્ગના જ્યૉર્જ હાર્ટમેને ઉપર નીચે ફરી શકે એમ ગોઠવેલી સોયનો એક છેડો નીચે ઝુકી, પડવાનો ચમત્કાર તરતમાં જ જોયો હતો. કોઇ સાધારણ સોયને તેના ગુરુત્વ કેંદ્ર આગળથી એવી રીતે લટકતી રાખવામાં આવે કે તે પોતાની આડી એટલે કે ક્ષિતિજસમસૂત્ર ધરી પર છુટથી ફરી શકે તો તે ક્ષિતિજસમસૂત્ર સ્થિતિમાં આખરે સ્થિર ટકી રહેવી જોઇએ. આવી સોય ચુંબકના ધર્મવાળી હોય તો આપણને એમ જણાયછે કે પૃથ્વીના ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવ જે તલમાં આવતા હોય તે તલમાં છુટથી ફરી શકે એમ તેને રાખતાં સ્થિર થતાં તે ક્ષિતિજ સમસૂત્ર સ્થિતિમાં રહેતી નથી, પણ તેનો ઉત્તર ધ્રુવ નીચો ઝુકી જાય છે. આવે વખતે તે સોય તેની ક્ષિતિજ સમસૂત્ર ધરી જોડે જે ખૂણો કરે છે તે " પતન કોણ " ( ઍંગલ-ઑફ ડિપ ) કહેવાય છે. ચુંબક સોયના ઉત્તર ધ્રુવનો આ ઝોક જાણવા તથા માપવા માટેના યંત્રને " પતન-વર્તુળ " ( ડિપ-સર્કલ ) કહે છે. આવા યંત્રનો પહેલો અહેવાલ ૧૫૮૧ માં લંડનમાં છપાયેલા " ન્યુ એટ્રેક્ટિવ " નામના પોતાના પુસ્તકમાં રૉબર્ટ નોર્મન નામના એક હોકાયંત્ર બનાવનાર કારીગરે આપ્યો હતો. વળી એ પણ જાણવામાં આવ્યું હતું કે એ પતનકોણ જુદી જુદી જગાએ જુદો જુદો જણાતો હતો અને વિષુવવૃત્તના પ્રદેશમાં તે શૂન્ય રહેતો.

આ ચમત્કારોની સમજૂતિ ગિલ્બર્ટે આપી. તેણે એમ કહ્યું કે પૃથ્વી પોતે એક મોટો લોહચુંબક છે. તેણે પોતાની જાતને પ્રશ્ન કર્યો કે ગોળાકાર લોહચુંબક બનવાનો સંભવ ખરો ? પછી તેણે લોઢાનો એક ગોળો બનાવ્યો અને તેની પર લોહચુંબક ધર્મવાળો

પથ્થર ઘસી તેનામાં ચુંબકત્વ ધર્મનું આરોપણ કર્યું. આ ગોળો ઉત્તર તથા દક્ષિણ એવા બે ધ્રુવોવાળી લોહચુંબક જેવા ધર્મો બતાવતો જણાયો એટલું જ નહિ, પણ તેની પાસે એક સંભાળથી લટકતી રાખેલી નાની ચુંબક સોય આણતાં (૧) પોતાનો ઉત્તર ધ્રુવ એ ગોળાના ઉત્તર ધ્રુવથી ઉલટી દિશામાં રહે એમ તે સ્થિર થતી જણાઇ. (૨) ઉભી ફરતી સોય તે ગોળાના મધ્ય ભાગ આગળ શૂન્ય અંશથી માંડી તેના ઉત્તર ધ્રુવ આગળ ૯૦° અંશ એમ જુદા જુદા ભાગ આગળ જુદા જુદા પતનકોણ દેખાડતી રહેતી હતી. ધીમે ધીમે આ ચમત્કારોનો મર્મ ગિલ્બર્ટના સમજવામાં આવી ગયો. પૃથ્વી પોતે એક જબરદસ્ત ચુંબક છે અને તેના ચુંબક ધ્રુવો એના ભૌગોલિક ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવોના પ્રદેશમાં છે. આ તથ્ય ઉપરથી હોકાયંત્રના સામાન્ય અવલોકનમાં આવતા તમામ ચમત્કારોની તેમજ ઉભી ફરતી ચુંબક સોયના પતનકોણની બધી સમજૂતિ તુરત મળી ગઇ. એક સરખા ધ્રુવો એક એકને પ્રત્યાકર્ષે છે એટલે કે એક એકથી દૂર ભાગી જાય છે અને વિરૂદ્ધ ધ્રુવો એક એકને આકર્ષે છે તેથી સોયનો "ઉત્તર ધ્રુવ શોધતો છેડો" પૃથ્વીના ચુંબક ઉત્તર ધ્રુવ તરફ રહે એવી રીતે તે આખરે સ્થિર થાય એ દેખીતું જ છે. ગિલ્બર્ટ મૂળથી જ ચુંબક સોયના છેડાઓને 'ઉત્તર' અને 'દક્ષિણ' ધ્રુવ કહેતાં "ઉત્તર શોધતો" અને "દક્ષિણ શોધતો" એવા યોગ્ય શબ્દો વાપરવાનો ભારે આગ્રહ બતાવ્યો હતો, કારણ કે તે બરાબર સમજતો હતો કે વિરૂદ્ધ ધ્રુવો જો એકએકને આકર્ષે છે તો પૃથ્વીના ઉત્તરધ્રુવ વિષે બોલતા હઇએ તો તેના તરફ રહેતો ચુંબકસોયનો છેડો તેનો દક્ષિણધ્રુવ કહેવાવો જોઇએ.

ચુંબકસોય ઉત્તર-દક્ષિણ દિશા બતાવતી જ કેમ રહે છે તેની સમજૂતિ આપવા માટે રહસ્યભરી છુપી શક્તિને માનવાવાળા તત્વ-

ચિંતકોએ કલ્પના તથા જાદુને પોતાની સહાયમાં લીધાં હતાં તે બધાં પ્રયોગની તર્ક પદ્ધતિના ઝાડુથી વળાઇ ગયાં. આ વિષે ગિલ્બર્ટ તેના પુસ્તકમાં લખે છે કેઃ—

'ચુંબકની ગતિઓનાં કારણો શોધવા મથતા સાધારણ પ્રતિના તત્ત્વચિંતકો બહુ દૂર આવેલાં અને ચમત્કાર સાથે સીધો સંબંધ ન ધરાવતાં કારણો આગળ ધરે છે. માર્ટિનસ કોર્ટેઝિયસ નભમંડળની પેલી પાર આવેલા લોહા પર અસર કરતા એક આકર્ષણના ગુણવાળા ચુંબકબિંદુની કલ્પના કરતો હતો. પેટ્રસ પેરીગ્રાઇનસનો એવો મત હતો કે દિશાની ઉત્પત્તિ આકાશી ધ્રુવોમાં છે. કાઉનનો એવો મત હતો કે ચુંબકસોયનું ભ્રમણ સપ્તર્ષિની પુંછડીના ભાગમાં આવેલા એક તારાના આકર્ષણથી થાય છે. ફેંચમેન બોઝાર્ડ માને છે કે ચુંબકસોય રાશિચક્રના ધ્રુવને અનુલક્ષી ફરે છે......ઘર અસલથી માનવજાતની આવું આવું માનવાની રીત ચાલતી આવેલી છે. આપણી પાસેની ચીજો તે નકામી, પણ બહારની અને દૂરની ચીજો બહુ વહાલી હોય છે અને તેને માટે આકર્ષણ પણ બહુ થાય.'

આટલું બધું કિંમતી હોવા છતાં ગિલ્બર્ટનું 'ડી મેગ્નેટી' એના મરણ બાદ ઉપેક્ષાનું પાત્ર બન્યું. આનું કારણ કદાચ તેના પ્રયોગો બહુ કાળજીભર્યા અને ચોકકસ હોવા છતાં, પૃથ્વીના ચુંબકત્વ ધર્મના વાદને મારીમચડીને ગમે ત્યાં લાગુ પાડવાનો એણે યત્ન કર્યો એ હોય. કોપર્નિકસના સિદ્ધાંતનો એ મજબૂત પક્ષકાર હતો અને પોતાની દલીલોથી એ વાદનું સમર્થન કરવાની લાલચમાં તેણે વધારે પડતો આગળ ધપ્યો. દાખલા તરીકે તેણે એમ સિદ્ધ કરવાનો યત્ન કર્યો કે પોતાની ધરી પર પૃથ્વી ભ્રમણ કરે છે, તેનું કારણ તેનામાં રહેલો ચુંબકત્વનો ધર્મ છે. આવાં આવાં કથનોથી તેના મરણ બાદ તેની પ્રતિષ્ઠાને હાનિ પહોંચી અને પરિણામે

લે તો તે બનેતેટલો વધારે કમાઉ હોવો જોઇએ. આ બધાનો અર્થ એ થયો કે તેણે ડાકટરી ધંધો લેવો, એટલે સત્તર વર્ષની વયે ડાકટરની ઉપાધિ લેવાના હેતુથી ગેલિલીઓ પાઇઝાના વિદ્યાપીઠમાં દાખલ થયો.

પણ ભાવિના લેખ મિથ્યા થાય એમ નહતું. તેનામાં યંત્રો યોજવાની કુશળતા હતી અને સાથે સાથે ગણિતશાસ્ત્રીની પ્રતિભા હતી. ગેલિલીઓ કાંઇ ગણિત શીખ્યો નહતો પણ તેની પ્રતિભા અસાધારણ હતી. પાઇઝાના દેવળમાં પ્રાર્થના ચાલતી હતી તેવામાં તેના માથા પર હાલતા ઝુમ્મરથી તેનું ધ્યાન પ્રાર્થનામાંથી ચળ્યું. ઝુમ્મરની ગતિની નિયમિતતાથી તે વિચાર કરતો થઇ ગયો. ગેલિલીઓ તેના ઝોલ્લાનો સમય નક્કી કરવા મથ્યો. તેની પાસે ઘડીઆળ તો હતી નહિ, કારણ કે તે સમયે તેવા યંત્રની શોધ થઇ નહતી એટલે તેણે પોતાની નાડ જોવા માંડી અને તેના ધબકારાનો સમય દર્શક તરીકે ઉપયોગ કર્યો. ખાસ જાણવા જેવી વાત તો એ હતી કે તેના ઝોલ્લા ધીમા થતા થતા લગભગ બંધ જેવાં થઇ ગયા હતા, છતાં ઝોલ્લાનો સમય તો તેનો તેજ રહેતો જણાયો. આ બીના આજકાલ તો સર્વત્ર સ્વીકારાયેલી છે અને તે લોલકોના એક સમયત્વના સિદ્ધાંતના નામથી જાણીતી છે. હાલની ઘડીઆળોની બનાવટમાં એ સિદ્ધાંત લાગુ પાડવામાં આવેલો છે. પણ તે સમયે ગેલિલીઓને એમાં રસ પડયો તે વૈદ વિદ્યા જોડેના તેના સંબંધને લઇને. જુદી જુદી લંબાઇવાળી દોરીઓથી લટકાવેલા ધાતુના દડા વડે એણે ઘેર પ્રયોગો કરી જોયા. તેમ કરતાં તેને જણાયું કે દડાના ઝોલ્લાનો સમય તેની દોરીની લંબાઇના પ્રમાણમાં બદલાતો હતો, એટલે કે દોરી ટુંકી હોય ત્યારે તે ઝડપી થતો અને દોરી લાંબી હોય ત્યારે ધીમો થતો. આને પરિણામે તેણે દરદીઓની નાડના ધબકારાના વેગની નોંધ લેવા માટે 'પલ્સિલોજીયમ' નામનું

એક યંત્ર બનાવી કાઢ્યું. તેની યોજના બહુ જ સાદી હતી. એક દર્શકને ગોળ ગોળ ફેરવવાથી એક સાદા લોલકની દોરી લાંબી કે ટૂંકી કરી શકાતી હતી અને તેમ કરી તેનો ઝોલ્લાનો સમય તથા દર્દીની નાડના ધબકારાનો સમય એક સરખો થાય એમ કરી શકાતું હતું. દર્શક જે અંક પાટી પર ફરતું હતું તેની પરના આંકા એવી રીતે પાડવામાં આવ્યા હતા કે તેથી એક મિનિટે થતાં નાડના ધબકારાની સંખ્યા સીધી માલૂમ પડી જતી હતી. એક દિવસ ગેલિલીઓ તેના કુટુંબના મિત્ર ઓટિલિઓ રિક્કિને મળવા ગયો. તે ભાઇ ટસ્કનીના દરબારમાં ગણિતશિક્ષક હતો. તે દિવસે અકસ્માતથી ખુલ્લા રહેલા બારણામાંથી તે કેટલાક રાજસેવકોને ભૂમિતિનો પાઠ આપતો હતો તે, તે સાંભળી ગયો. આ અકસ્માતથી સાંભળેલા પાઠથી ગેલિલીઓનું ભાવી નક્કી થયું. તેણે તેના મિત્રને તે વિષયના કેટલાક પાઠ પોતાને આપવાની વિનંતિ કરી અને થોડા જ સમયમાં આ નવા જડેલા આનંદમાં તે ખૂબ રસપૂર્વક મગ્ન થઇ ગયો, કારણ કે ગણિતનો અભ્યાસ એ તેને મન ખરેખર અપૂર્વ આનંદનો વિષય હતો. થોડા જ સમયમાં તેણે યુક્લિડનાં પહેલાં છ પુસ્તકોનો પાકો અભ્યાસ કરી નાંખ્યો. તેના પિતા ગેલિલીઓએ પણ થોડા જ સમયમાં મામલો સમજી ગયા. આખરે ગેલીલીઓએ વૈદની કારકીર્દિ સદંતર છોડી દીધી.

હવે તો ગેલિલીઓ ખરા દિલથી ગણિત અને ભૌતિક શાસ્ત્રના અભ્યાસ પાછળ મંડ્યો. એમ કરતાં તે આર્કીમીડિઝનો પાકો અને પૂરો અભ્યાસી બન્યો, અને સાયરાક્યુઝના એ તત્ત્વચિંતકના મૂળ નમૂનામાં સુધારા સુચવતો તેની "જલતુલા" પરનો એક લેખ તેણે તૈયાર કર્યો. આથી ઇટાલીના મોટા અને મુખ્ય ગણિતશાસ્ત્રી ગાઇડો ઉબાલ્ડીની નજરે તે ચઢ્યો અને તેની મારફત ટસ્કનીના મોટા ઠાકોર ફર્ડિનાંડ ડાઇ મેડિકીની નજરે પણ તે ચઢ્યો. આ બીજા ગૃહસ્થના આશ્રયને

પરિણામે જ છત્રીશ વર્ષની ઉંમરે પાદુઆ વિદ્યાપીઠના, ગણિતના અધ્યાપકની જગા, પહેલી ધંધાદારી નોકરી તરીકે તેને મળી.

## ૨. પાદુઆમાં ગેલિલીઓ

થોડાજ સમયમાં તે જમાનામાં વિરલ એવી સ્વતંત્ર મનોવૃત્તિ ગેલિલીઓએ બતાવવા માંડી. એરિસ્ટૉટલે સ્થાપેલા ભૌતિકશાસ્ત્ર પર પ્રહાર કરનારામાં માત્ર તે એકલો જ હતો એમ કાંઇ નહતું. કૉપર્નિકસનાં લખાણ તેના કાંઇક બીકણ પક્ષકારોમાં ધીમે ધીમે અસર કરી રહ્યાં હતાં. એના એ ડરપોક પક્ષકારો પોતાના વિચારો ભાગ્યે જ જાહેરમાં બોલી બતાવતા, કારણ કે તેમ કરનાર સામે રોષે ભરાનારની સંખ્યા બહુ મોટી હતી. આમ છતાં ગેલિલીઓએ તેમ કરતાં જરાય આંચકો ખાધો નહિ. તેનામાં સફળ પ્રયોગકારની જન્મ સિદ્ધ પ્રતિભા હતી, તથ્યોની ચોક્કસ નોંધ કરે એવી સચોટ કલમ હતી અને પ્રયોગશાળામાં જે હકીકત કપોલકલ્પિત ઠરે તેને ખરી બીના તરીકે મંજુર કરવાની તેના અંતરને મના કરે એવી બુદ્ધિની પ્રમાણિકતા હતી. આ સંજોગોમાં માત્ર એકજ પરિણામ સંભવી શકે એમ હતું.

ગેલિલીઓના વડિલ સહકર્મચારીઓ પ્રયોગ જેવી કાંઇ વાત જાણતા જ નહિ. એ ખ્યાલ તેમને મન એક ભયંકર મેલી વિદ્યા જેવો, અને એરિસ્ટૉટલના સિદ્ધાંતની પવિત્રતાનો ભ્રષ્ટાચાર કરવા જેવો હતો. તેના સિદ્ધાંતનો એક ભાગ એવો હતો કે હલકી વસ્તુ કરતાં ભારે વસ્તુ જમીન પર વહેલી પડે. દાખલા તરીકે અમુક આપેલી ઉંચાઇએથી એક, એક રતલ અને બીજી સો રતલ વજનની એમ બે ચીજોને એકી સાથે નીચે પડવા દેવામાં આવે તો એક રતલ વજનવાળી ચીજ જેટલા વખતમાં ભોંય પર પડે તેના કરતાં સોમા ભાગ જેટલા વખતમાં પેલી સો રતલવાળી વસ્તુ ભોંય પર

પડે. મહાન એરિસ્ટોટલના કથનના સત્યનું પારખું કરવા અમુક આપેલી ઉંચાઇએથી એવાં વજનવાળી બે વસ્તુઓને એકી સાથે નીચે પડવા દેવાંની કોઇ સૂચના કરે તો તેને માટે તે ભાગ્યે જ બહુ હિંમત કે શોધક બુદ્ધિનો દાવો કરવાની હિંમત કરી શકે એમ હતું; છતાં આવો સાદો પ્રયોગ વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં એક આગળ પડતી મહાન સિદ્ધિરૂપ થયો છે. ઓછામાં ઓછાં બે હજાર વર્ષ સુધી આવો પ્રયોગ કોઇએ જાણીબુજીને કર્યો નહિ અથવા કોઇને તે કરવાનું સુજ્યું નહિ એ ખરેખર બહુ અજબ બીના છે. એ અરસામાં અનેક વિચારકો આવ્યા અને ગયા હશે, છતાં એ મહાન ગ્રીક ફિલસુફનો એ તદન ગલત કપોલકલ્પિત સિદ્ધાંત યુગો સુધી સત્ય તરીકે સ્વીકારાતો રહ્યો, અને સોળમા સૈકામાં સર્વશ્રેષ્ઠ ગણાતા મહાન પુરૂષોએ પોતાની જ્ઞાનેંદ્રિયો દ્વારા મળતી સાબીતિનો ઇન્કાર કર્યો. માનસશાસ્ત્રીના ઉકેલ માટેનો આ એક પ્રશ્ન છે.

પાઇઝાના ઢળતા મિનારા આગળ થયેલા પ્રયોગની વાત સારી પેઠે જાણીતી છે. એ પ્રયોગ જોવા માટે ગેલિલીઓ પ્રેક્ષકો એકઠા કરી શક્યો એજ તેના જોસદાર વ્યક્તિત્વના જબરા પૂરાવારૂપ છે. એ ખ્યાલ જ ખરેખર વિનોદભર્યો છે. એ પ્રેક્ષક મંડળી કેવી અનિચ્છાએ, બેજબેજે એકઠી થઇ હશે ! આ નવો ફાટી નીકળેલો યુવાન ધીમે ડગલે એ મિનારા પર ચડયો હશે અને તેના પ્રયોગનું મંડાણ કરતો હશે ત્યારે તેઓ કેવો રોષભર્યો બબડાટ કરતા હશે ! પછી તે ભારે તથા હલકાં વજનને એકી સાથે નીચે પડવા છોડવાની સંજ્ઞા કરવામાં આવી હશે ત્યારે અનિચ્છા છતાં પણ પરિણામ જાણવાની આતુરતાએ ત્યાં ખૂબ નીરવશાંતિ પ્રસરી હશે એ નિઃસંદેહ વાત છે. આવા વયોવૃદ્ધ તત્વચિંતકોએ તેમના જીવન દરમિયાન એક યા બીજે વખતે આવાં બે વજનોને એકજ ઉંચાઇએથી એકી સાથે પડતાં લગભગ એકજ સમયે ભોંયે પહોંચતાં નહિ જોયાં હોય એમ

માનવું ખરેખર અઘરું છે. તેમને જરૂર એમ લાગ્યું હશે કે તેઓ હારવાની જ લડત લડી રહ્યા છે અને આ ઉછળતા લોહીવાળો નવયુવાન ગેલિલીઓ એક નવા યુગના ખરા ચોબદાર રૂપ છે. ।

' કડ્ડ્ડ્ ' એવા એકસાથે થએલા અવાજ સાથે તે બંને વજન ખરેખર એકસાથે જમીન પર પડ્યાં. દુનીઆના ઇતિહાસમાં એ એક મહાન પળ હતી, છતાં વિવેક બુદ્ધિ વગરની વીર પૂજાનો અંધ મતાગ્રહ એટલો તો દૃઢ હતો કે નજરે દીઠેલી અને કાને સાંભળેલી વાત માનવા લોકો તૈયાર નહતા. તે બોલ્યા, " ચાલો ઘેર જઇએ અને આ બાબત વિષે પુસ્તકોમાં જોઇએ. " એમ કહી તેઓ ફરી પાછા તેમનાં જુનાં થોથાં જોવા ગયા અને જુએ છે તો ત્યાં તો એમ જ લખેલું હતું કે ' ભારે ચીજ હલકી ચીજ કરતાં જમીન પર વહેલી પડે છે. ' વળી તેમણે વિચાર્યું કે ' આપણો ધર્મસંઘ મહાન એરિસ્ટૉટલના વિચારોને બહાલી આપે છે ને ? ' લાંબા સમયથી ખરી માનેલી વાત જુઠી ઠરતાં થયેલા આઘાતથી ઘવાએલાં તેમનાં માનસને આ ખ્યાલ ચંદન લેપ જેવો ઠંડક આપનારો થઇ પડયો. આ બધાનું ચોખ્ખું પરિણામ એ આવ્યું કે અંદર ખાનેથી તેઓ ગેલિલીઓથી ડરવા લાગ્યા, પણ જાહેરમાં તેના તરફ અણગમો બતાવવા લાગ્યા. આ તો હજુ તેની કારકીર્દિની શરૂઆત હતી, છતાં તેના દુશ્મનોની સંખ્યા ખૂબ ઝડપથી વધવા માંડી.

ગતિના અભ્યાસમાં-ખાસ કરીને ઉંચેથી નીચે પર પડતા પિંડોની ગતિના અભ્યાસમાં ગેલિલીઓ ખંતથી લાગ્યો રહ્યો. તે ચોખ્ખું જોઇ શકયો કે પડતી ચીજોનો વેગ પ્રતિક્ષણ વધતો જાય છે. પડતી ચીજોમાં પ્રતિક્ષણ વેગની વૃદ્ધિ થાય છે તેનો નિયમ શોધી કાઢવાનો તેણે યત્ન કર્યો. તેણે થોડા સમયમાં ખાત્રી કરી

લીધી કે પડતી ચીજોનો પડવાનો વેગ તેના પડવાના સમયના પ્રમાણમાં હોય છે, એટલે કે પડતી વસ્તુના પડવાના સમયમાં થતા સરખા વધારા માટે તેના પડવાના વેગમાં પણ સરખો જ વધારો થતો હતો. બાર વાર લાંબા અને જેના મધ્યભાગમાં એક ઇંચ પહોળી ખાંચવાળા ઢાળની મદદથી પ્રયોગ કરી તેણે ઉપરના નિયમને કરી જોયો. ઘર્ષણને લીધે પ્રયોગમાં નડતી અડચણ ઓછી થાય તથા તેને અંગે ગણત્રીમાં ભૂલ ઓછામાં ઓછી થાય એ હેતુથી આ પાટીઆ પર એક સુંવાળું અસ્તર ચોઢી દેવામાં આવ્યું હતું. એક સારો ગોળ અને ખૂબ ઓપેલો પીત્તળનો દડો આ ઢાળને ટોચેથી નીચે ગબડવા દેવામાં આવતો અને એ પાટીઆને જુદે જુદે અનેક ઢાળે રાખતાં તેની ટોચેથી નીચે ગબડી જતાં તે દડાને લાગતો સમય બહુ કાળજીથી નક્કી કરી નોંધી લેવામાં આવતો. સમયનું ચોક્કસ માપ લેવા માટે ગેલિલીઓ પાસે ઘડિયાળ નહતું, પણ તે એવો તો અટલ પ્રયોગ કરનારો હતો કે એ વાતથી તે કાંઇ હારી જાય એમ નહતું. તેણે એક ઘટિકાયંત્ર જેવા યંત્રની યોજના કરી. એક પેણી જેવા ઘાટનું વાસણ લઇ તેણે તેને તળીએ કાણું પાડ્યું અને તેમાં પાણી ભરી, નીચે પડતા પાણીને ઝીલવા એક પ્યાલો તેની નીચે મૂકયો. તેણે યોજના એવી કરી હતી કે તેનો પ્રયોગ ચાલે એટલા વખતમાં, એટલે કે પેલો પિત્તળનો દડો પાટીઆની ટોચેથી ગબડી નીચે આવે એટલા સમયમાં, પેલી પેણીમાનું બધું પાણી નીચેના પ્યાલામાં વહી જાય. પ્યાલામાં વહી આવતા પાણીનું તેણે બહુ કાળજીથી વજન કરી લીધું. પેણીમાંથી નીચેના પ્યાલામાં વહી જતા પાણીના વજન ઉપરથી તે પાટીઆ પરથી નીચે ગબડી જતાં દડાએ તેમ કરવામાં લીધેલા સમયનું માપ નીકળતું હતું.

ગેલિલીઓને માલૂમ પડ્યું કે પ્રયોગને અંગે થતી ભૂલોની

મર્યાદાની છુટ મૂકતાં, એ ઢાળ પરથી ગબડતી ચીજ જે અંતર કાપતી, તે તેને તેમ કરવામાં લાગતા સમયના વર્ગના પ્રમાણ જેટલું થતું. પડતા પિંડોની બાબતમાં જાણીતી સારણી અવકાશ = ½ ગુરત્વ × સમય², ને અનુસરતું આ પરિણામ છે. ઢાળના પ્રયોગમાં આવતાં પરિણામ, ઉપરથી નીચે પડતા પિંડોને પણ લાગુ પડે એ વાત સાફ સમજવામાં ગેલિલીઓને કાંઇ અડચણ નડી નહિ, કારણ કે ઢાળની ચઢાઇ ક્રમે ક્રમે વધારી ૯૦° અંશ જેટલી કરતાં સામાન્ય પ્રશ્નની એક ખાસ મર્યાદાનો પ્રસંગ ઉભો થાય છે.

કોઇ યંત્રમાંથી ઉંચે ફેંકાયેલી ચીજ અવકાશમાં જે માર્ગ લે છે તે પરિવલય હોય છે એ પહેલ વહેલું સમજનાર ગેલિલીઓજ હતો. એ કાંઇ તદ્દન નવો પ્રશ્ન ન હતો. બંધુકના શાસ્ત્ર પરના આદિ લેખકોએ ટીકા કરી હતી કે નીશાનના અમુક અંતરને માટે બંધુક નિશાનથી ઉંચી તાકવી જોઇએ. ૧૫૯૧ માં પ્રસિદ્ધ થયેલા "ન્યુ આર્ટિલરી" નામના પુસ્તકમાં ટૉમસ ડિગીસે બતાવી આપ્યું છે કે, તેના માર્ગની શરૂઆતથી જ તોપનો ગોળો નીચે ઝુકવાનું વલણ બતાવે છે, અને આ વલણ ચાલુ રહેવાને પરિણામે જ તેની મૂળની ગતિની દિશામાંથી તે નીચો ખેંચાય છે. એ પ્રશ્નમાં ગેલિલીઓનો દાવો ખૂબ નિશ્ચયાત્મક છે. તેણે બતાવ્યું કે પડતી ચીજ માટે એના પતનનું અંતર તેના પતનના સમયના વર્ગ જેટલું હોય છે. સમયના સરખા વધારાને अच, चक, कड, તથા डइ વગેરે રેખાઓથી બતાવવામાં આવે અને પહેલા ગાળામાં તેના પતનનું અંતર चफ થી બતાવવામાં આવે તો સમયના પહેલા ગાળાથી બમણા સમયમાં તેના પતનનું અંતર चफથી ચાર ગણું એટલે कग જેટલું થાય અને એનાથી ત્રણ ગણા ગાળામાં તેનું પતન दद જેટલું એટલે चफ થી નવગણું થાય અને એ

રીતે અને એ પ્રમાણમાં તે વધતું જાય. વળી अच, चक, फड; વગેરે મૂળે સીધી ક્ષિતિજ સમસૂત્ર લીટીમાં ફેંકાયલી ચીજના આગળ ફેંકાવાના સરખા ગાળા બતાવે તો ખરું જોતાં તે ફેંકાયેલી ચીજ અવકાશમાં સરખે સમયને ગાળે अ, फ, ग, ह. क વગેરે સ્થાને રોકે એ સ્પષ્ટ છે. ફેંકાયેલી ચીજે લીધેલો આ માર્ગ પરિવલય છે એ બતાવવામાં ગેલિલીઓને કાંઇ અડચણ નડી નહિ. આ સ્થળે જોઇ શકાશે કે ખરું જોતાં ગેલિલીઓ આ પ્રસંગે બળોના ઉમેરાના સિદ્ધાંતનો (પ્રિન્સિપલ ઑફ ધ કોમ્પોઝિશન આફ ફોર્સીઝ) ઉપયોગ કરતો હતો; પણ તેની મર્યાદાની પૂરેપૂરી સારી સમજણ નહિ પડેલી હોવાથી તેણે તેને ચોક્કસ ભાષામાં માંડી બતાવ્યો નહતો.

૧૫૯૨ માં પ્રસિદ્ધ થયેલા તેના 'ડેલ્લા સાયેન્ઝામીકોનિકા' નામના પુસ્તકમાં તેણે એક બીજો અગત્યનો યંત્રશાસ્ત્રનો સિદ્ધાંત રજુ કર્યો. યાંત્રિક શક્તિઓના વાદ જોડે એનો સંબંધ હતો અને તેનું એ બાબતનું કથન નીચે મુજબની મતલબનું હતું. 'જે બળ બે રતલ વજનને એક ફુટ જેટલા અંતરે ખસેડી શકે, તે એક રતલ વજનને બે ફીટ જેટલા અંતરે પણ ખસેડી શકે.' આનો અર્થ એવો કે ખસેડવાનું વજન જેમ હલકું તેમ તે પ્રમાણમાં વધારે અંતર સુધી તે બળથી ખસેડી શકાય પણ કોઇ સંજોગોમાં આથી વધારે લાભ મેળવી શકાય નહિ.

ગતિ ન કરતી ચીજોના યંત્ર શાસ્ત્રના વિષયમાં આ સૌથી વધારે અગત્યનો સિદ્ધાંત છે, અને તેજ અરસામાં બ્રુજીસનો પ્રખ્યાત સ્ટેવિનસ પણ કાંઇક વધારે વ્યવહાર દૃષ્ટિ બિંદુએથી તેની તપાસણી કરી રહ્યો હતો.

પાદુઆમાં ગેલિલીઓના દિવસ હવે ગણાઇ ચુકયા હતા, કારણ કે મામલો બહુ જલદીથી તેની અંતિમ હદે પહોંચતો હતો. તેની

સ્પષ્ટ અને સાફ ચર્ચાથી તેના દુશ્મનોની સંખ્યા બહુ ઝડપથી વ
ગઇ હતી. લેગહૉર્નના બંદરને સાફ કરવાની યોજનાના શોધ
ગાયોવાનિ ડાય મેડિકિ નામના એક બહુ વગવાળા આદમી જોડે મતભે
થવાને કારણે આ બધા ધુંધવાટને અંતે ભડકો થયો. એ યોજ
બાબત ગેલિલીઓનો અભિપ્રાય માગવામાં આવ્યો અને પ્રમાણિ
આદમી હોવાથી તેણે તો તે યોજનાને બરાબર ઉઘડે લીધી. એ
યોજનાની બાબતમાં પાછળથી થયેલા અનુભવથી તેને ઉઘડે લેવામ
ગેલિલીઓ તદ્દન વ્યાજબી હતો એ સિદ્ધ થયું, પણ અનિષ્ટ થવાનું
હતું તે તો થઇ ચુક્યું હતું, એ યોજનાના શોધકને અતિશય અપ
માન લાગ્યું અને વેરી તરીકે તે આદમી તેની જબરી લાગવગને
લીધે ગેલિલીઓને બહુ ભારે પડી ગયો, અને પરિણામે તેને તેની જગાનું
રાજીનામું આપી દેવાની ફરજ પડી. આ સમયે તેના પિતાનું મૃત્યુ
થતાં તેની બહેનોના નિભાવની વ્યવસ્થા કરવાની જવાબદારીનો ભાર
તેને માથે આવ્યો, એટલે ૧૫૯૨ માં વેનિસની સેનેટે પાડુઆની
વિદ્યાપીઠમાં ગણિતના અધ્યાપકની જગા તેને આપવાની માગણી કરી
ત્યારે ગેલિલીઓએ અતિ આતુરતાથી તેનો સ્વીકાર કર્યો. હવે
તેને માટે યશ અને ઝળકાટનો નવો યુગ શરૂ થયો.

## ૩ પાડુઆ

૧૫૯૨ માં ગેલિલીઓ પાડુઆ ગયો ત્યારે તેના મનનો ભાર હળવો થયો નહોતો. પાઇઝા તેનું વતન હતું અને તેનામાં વતનના પ્રેમની લાગણી બહુ પ્રબળ હતી. તેને મન પાઇઝા છોડવું એ દેશનિકાલ થવા જેવું હતું અને એ વાત તેને ખૂબ સાલતી હતી. આમ છતાં પણ તે એના ધંધાના કામમાં પૂરા દિલથી લાગ્યો રહ્યો. તેનું પહેલું જ ભાષણ વાક્છટાના જયરૂપ હતું અને તેનાથી તેની કીર્તિમાં બહુ ઝડપી વધારો થયો. ઉંચામાં ઉંચા પદવાળા આદમીઓ તેનાં

વ્યાખ્યાન સાંભળવા ટોળે મળતા અને કુદરતની ફિલસુફીના તેના વર્ગો વિદ્યાર્થીઓથી ઉભરાઇ જાય એવા ભરચક ભરાતા, અને પરિણામે ઘણીવાર વર્ગનેા ઓરડો છોડી તેને ખુલ્લામાં વ્યાખ્યાન આપવાં પડતાં.

પાડુઆમાં તેની મહેનતનું પહેલું ફળ કદાચ તેણે યેાજેલું પહેલું જ ઉષ્માંમાપક યંત્ર જેવું યંત્ર હતું. એ યંત્ર રંગીન પાણી ભરેલા વાસણમાં નીચલેા છેડો ડુબતેા રહે એવી રીતે ઉંધેા વાળેલેા લાંબા અને સાંકડા ગળાવાળેા કાચનેા ચંબુ હતેા. એ ચંબુમાંની થેાડી હવા બહાર કાઢી લેતાં તેની અંદર થતા દબાણના ઘટાડાને કારણે, વાસણમાંનું રંગેલું પાણી તે ચંબુની સાંકડી નળીમાં થેાડું ક ઉંચું ચઢતું. ચંબુની નળીની બાજુએ રાખેલી અંકિત પાટીથી, તેની અંદરના પાણીના સ્થંભના રેાચનું માપ લઇ શકાતું હતું. પાણી કરતાં હવા ઉપર ગરમીની અસર બહુ વધારે થાય છે એટલે ગરમી વધતાં ચંબુની નળીમાના પાણિનેા સ્થંભ નીચેા ઉતરતેા અને ગરમી ઘટતાં તે ઉંચેા ચઢતેા. આ યંત્રમાં જે મુખ્ય ભૂલ જોવામાં આવે છે તે એ કારણે ઉપસ્થિત થાય છે કે તે ચંબુની નળીમાંના પાણીના સ્થંભની ઉંચાઇનેા આધાર માત્ર તેની અંદરની હવાને લાગતી ગરમી ઉપરજ નહિ, પણ તેની ઉપર થતા વાતાવરણના દબાણ ઉપર પણ રહે છે. ઘણું કરીને ગેલિલીઓને આ વાતની ખબર નહતી, કારણ કે ૧૬૪૨ સુધી વાયુભારમાપક યંત્રની ( બેરેામીટર ) શેાધ થઇ નહતી.

ગેલિલીઓ પાડુઆમાં હતેા તેજ અરસામાં કૅાપર્નિકસના શિષ્ય તરીકે તે દુનીઆભરમાં આગળ પડતેા થવા પામ્યેા હતેા. એતેા દેખીતું છે કે તેનાં જાહેર વ્યાખ્યાનેાને લાગેવળગે છે ત્યાંસુધી તેના અધ્યાપકપણાના શરૂઆતનાં વર્ષોમાં તે સમયે સામાન્ય રીતે

શીખવાતા ટૉલેમીના પ્રચલિત વાદથી જુદા પડવાનો કાંઈ યત્ન તેણે કર્યો નહતો. કૅપ્લરના 'મીસ્ટીરિયમ કૉસ્મોગ્રાફિકમ'ની તેને મળેલી એક પ્રતને માટે આભાર દર્શનનો પત્ર લખતાં ૧૫૯૭ માં કૉપર્નિકસના વાદ ઉપરની તેની શ્રદ્ધાની તેણે સાબીતિ આપી. તેણે લખ્યું છે કે 'ઘણાં વર્ષોથી હું કૉપર્નિકસની પદ્ધતિનો પક્ષકાર છું અને સામાન્ય રીતે સ્વીકારાયેલાં વાદથી જેની સમજૂતિ ન આપી શકાય એવાં ઘણાં કુદરતી દશ્યોની સમજૂતિ એ મને આપી શકે છે.' એ સિદ્ધાંતમાં પોતાની શ્રદ્ધા છતાં તે પોતે મુંગો કેમ રહ્યો તેનાં કારણ તે આગળ જતાં સમજાવે છે. જુના સિદ્ધાંતના રદીઆ માટેની ઘણી દલીલો મેં ભેગી કરેલી છે, પણ તેને પ્રસિદ્ધિના પ્રકાશમાં લાવવાની એવી ધાકે હિંમત કરી શકતો નથી કારણ કે તેમ કરતાં મારે આપણા ગુરૂ કૉપર્નિકસના ભાગ્યના ભાગીદાર બનવું પડે એમ છે. એ કૉપર્નિકસે કેટલાકને મતે અમર કીર્તિ હાંસલ કરી છે, પણ બીજા ઘણાની નજરમાં તો તે તિરસ્કાર અને હાંસીનો પાત્ર બનેલો છે. અને ખરેખર દુનીઆમાં ડાહ્યા કરતાં મૂર્ખાની સંખ્યા બહુ મોટી છે.

ગેલિલીઓમાં હિંમતની ખામી નહતી, પણ પાડુઆમાં તેની નીમણોક માત્ર છ વર્ષને માટે જ હતી અને એ જગા માટે ફરી ચુંટાવાની આશાને ભયમાં મુકવાનો તેનો ઇરાદો નહતો એ દેખીતું છે. દેખીતી રીતે આમ કરવામાં તે વ્યાજબી હતો કારણ કે ૧૫૯૮ માં તેની તે જગાએ ફરી ચુંટણી થઇ એટલું જ નહિ પણ તેના પગારમાં સારી પેઠે વધારો થયો અને પરિણામે તે તેની જગામાં વધારે સલામત બન્યો.

વળી એક બીજી પણ વાત હતી, જેને લઇને કૉપર્નિકસના સિદ્ધાંતની તરફેણમાં વધારે પડતી છુટથી પોતાનો મત ન દર્શાવ-

વાની બાબતમાં ગેલિલીઓ પર ઊંડી અસર થઇ હતી. એ પ્રસંગ તે સમયના પ્રીસ્તિસંઘના ઇતિહાસમાં ખરેખર કાળો પ્રસંગ છે. **ગિઓર્ડાનો બ્રુનો** નામના એક નામાંકિત તત્ત્વચિંતકે, બહુ હિંમતથી કૉપરનિકસના સિદ્ધાંતની તરફદારી કરી હતી. આપણે બધા જાણીએ છીએ કે એમ કરવું એને પ્રીસ્તિસંઘ પરમ નાસ્તિકતા અથવા ધર્મદ્રોહ ગણતો હતો, અને તેના રોષથી બચવા માટે બ્રુનોએ થોડો સમય વેનિસના પ્રજાસત્તાક રાજ્યમાં રહેવાનું રાખ્યું. તેમ છતાં ૧૫૯૪માં બ્રુનો પર કામ ચલાવવામાં આવ્યું, તે ગુનેગાર ઠર્યો અને પરિણામે તેને કેદ કરવામાં આવ્યો. જાહેરમાં કહેલી વાત પાછી ખેંચી લેવાની તેણે ના પાડી. આખરે ૭ વર્ષ પછી ધર્મસંઘના સત્તાધારીઓને જણાયું કે તેને કેદની સજા કરે કાંઇ વળશે નહિ એટલે વિજ્ઞાનના એ શહીદને 'તેના આત્માની શુદ્ધિ' માટે ઉપરની અદાલતમાં રવાના કરવામાં આવ્યો. ત્યાં તેને થાંભલે બાંધી જીવતો બાળી નાંખવાની સજા ફરમાવવામાં આવી, પણ મરતાં સુધી એ પોતાની માન્યતાને વફાદાર રહ્યો. તેણે કહ્યું કે, "હું કે જેને તમે ગુનેગાર ઠરાવી સજા કરો છો, તેના કરતાં મને સજા ફરમાવનારા તમે વધારે ભયભીત બનેલા છો." ખરેખર બ્રુનોના મરણ વખતના શબ્દોમાં બહુ સુંદર ભાવ છે. "હું લડયો છું એજ બહુ છે. જય-પરાજય તો ભાગ્યને હાથ છે. તે ગમે તેમ હોય, અને જીતનાર ગમે તે હોય પણ ભવિષ્યનો જમાનો મારી બાબતમાં એ વાત સ્વીકારવાની તો ના નહિ પાડે કે મને મોતની બીક નહતી. સત્યને વફાદાર રહેવામાં હું કોઇની પાછળ નહતો પડયો અને કાયરના જીવન કરતાં બહાદુરી ભર્યું મરણને મેં પસંદ કર્યું છે."

આવી રીતનો વિચાર કરવાની હિંમત કરનાર બધા ઉચ્ચ વૃત્તિના મનુષ્યોને તેના મરણથી ભારે આઘાત થયો. વેનિસથી

ફ્રામમાં બેસીને જવાય એટલે દૂર પાદુઆ આવેલું હતું એટલે આ બધા મામલાથી ગૅલિલીઓ પર બહુ જ ઊંડી અસર થાય એટલો તેને બનાવની જગાની સમીપ હતો. આપણે જાણીએ છીએ કે તે કૉપર્નિકસના સિદ્ધાંતને માનનારો હતો, પણ બ્રુનોના મરણ પછી કેટલેક વર્ષે એ વિષય પર ખરેખરી છુટથી પોતાના વિચારો જાહેર કરવાની તેણે હિંમત કરી.

નભમંડળમાં કાંઇ જ ફેરફાર થતા નથી,–તે અવિકારી છે એવા ઍરિસ્ટૉટલના સામાન્ય તત્ત્વજ્ઞાનનો જ તીવ્ર વિરોધ તેણે પ્રથમ કરવા માંડ્યો. ૧૬૦૪ માં એક નવો ઝગમગતો તેજસ્વી તારો, અણચીંતવ્યો આકાશમાં દેખાવા માંડ્યો, એથી તેને તેમ કરવાની બહુ મજાની અને જોઇએ તેવી આદર્શ તક મળી ગઇ. આવા તારા બદલાતે ગાળે આકાશમાં દેખાદે છે અને ખગોળવેત્તાઓ તેમને અલ્પકાલિક તારા તરીકે વર્ણવે છે. દેખીતી રીતે તેવા તારા નભમંડળમાં થતી કોઇ અવનવી ઉથલપાથલનાં ચિહ્ન કે સાબીતિ તરીકે ગણવામાં આવે છે, અને જ્યારે જ્યારે તે દેખાય છે, ત્યારે ત્યારે તે બહુ ચકચાર તથા વૈજ્ઞાનિક રસના વિષય બને છે.

ગૅલિલીઓને લાગેવળગે છે ત્યાં સુધી, તેના સમકાલીન ઍરિસ્ટૉટલના જકકી અને જડ પક્ષકારો માટે એ બનાવ એક પદાર્થ પાઠ રૂપ હતો. અવિકારી કહેવાતા નભમંડળમાં, જ્યાં પૂર્વે કાંઇ નહતું ત્યાં આજે તેની પૂર્ણકળાએ ગુરુ જેટલા તેજથી ઝળહળતો તથા તેના કરતાં પણ ઘણાં વધારે તેજસ્વી પ્રકાશથી ચમકતો તારો જોવામાં આવે છે. પૂર્વે તારો હતો નહિ ત્યાં એ તારો છે. આ જોતાં ઍરિસ્ટૉટલના "અવિકારી નભોમંડળ" ના વાદને ક્યાં સ્થાન રહે છે?

પહેલાનાં કરતાં ઘણી મોટી સંખ્યામાં રોજ મળેલાં અને મુગ્ધ

બનેલા શ્રોતાઓ આગળ ગેલિલીઓએ એ ચમત્કારની ચર્ચા કરી અને તે ઉપરથી તરી આવતો સાર બતાવ્યો. તેના વિરોધીએ તેનો પડકાર ઝીલી લીધો અને પાડુઆ તીવ્ર વાદના તોફાનનું કેન્દ્ર બન્યું. એ તોફાન અને વિખવાદ ગેલિલીઓને એકજ રસ્તે લઇ જાય એમ હતું. પરિણામે હવેથી આપણે તેને હિંમતથી કૉપર્નિકસના સિદ્ધાંતની તરફદારી કરતો જોઇએ છીએ. હવે ચોક્કસ રીતે તેણે એક એવી લડત ઉપાડી કે જેમાં આપણે આગળ જોઇશું તેમ ધર્મસંઘનાં તમામ બળ તેની વિરૂદ્ધ ગોઠવાયાં અને પરિણામે તેના જીવનનો પાછલો ભાગ કરૂણતા પૂર્ણ નીવડયો.

## ૪ દૂરબીન

આજ અરસામાં ગેલિલીઓના હાથમાં એક ઘણું જ સબળ શસ્ત્ર આવ્યું અને તેની સહાયથી તે કૉપર્નિકસના સિદ્ધાંતના સમર્થનમાં એક પછી એક દ્દષ્ટાંતો રજુ કરતો જ ગયો. એ ખરેખર વિધિની અગમ્ય લીલા જ હતી. ૧૬૦૯ માં હોલેંડમાં બનાવવામાં આવેલા એક જાણવા જેવા યંત્રની રસભરી ઉડતી વાતો તેના સાંભળવામાં આવી. એ યંત્ર એવું હતું કે તેમાંથી જોતાં વસ્તુઓ ખુલ્લી આંખે દેખાય તેના કરતાં કદે મોટી અને હોય તેના કરતાં જોનારની બહુ પાસે આવેલી જણાતી હતી.

દૂરબીનની ઉત્પત્તિની બાબત બહુ ભારે ચર્ચાનો વિષય છે. આપણે જાણીએ છીએ કે આપણી આંખની જોવાની શક્તિને મદદ કરવાના કામમાં રૉજર બેકનના સમય જેટલા જુના સમયથી કાચ વાપરવામાં આવતા હતા. પણ એવા એક કરતાં વધારે કાચોને એકઠા કરી યોગ્ય રીતે ગોઠવી દૂરબીન જેવું નવું યંત્ર બનાવવાની શોધ તો સત્તરમા સૈકાની શરૂઆતમાં જ થઇ. એ નવીન શોધના માનને માટે ઘણા હકદાર ઉભા થયેલા છે. એકંદર રીતે, રજુ

થયેલા પૂરાવા ઉપરથી મિડલબર્ગનો ચશ્મા બનાવનાર હાન્સ લિપર્શે નામના માણસનો બીજું, કાંઇ નહિ તો આવા યંત્રને પેદા કરનાર માંના પ્રથમ તરીકેના માનનો દાવો સ્વીકારવા જેવો લાગે છે. એ બાબતની વિગતો બહુ જ ઓછી મળે છે એ દીલગીરિની વાત છે. એમ કહેવાય છે કે એ યંત્ર માટે જરૂરની આગીઆ કાચોની ગોઠવણી તેના એક ઉમેદવારને હાથે અકસ્માત રીતે થઇ ગઇ હતી અને એ ચશ્માં બનાવનારે પણ તેને એક રમકડાં કરતાં વધારે ગણ્યું નહતું. કાંઇક અચોકકસ રીતે અને ગપાટાના વિષય તરીકે એ નવાઇની ચીજની વાતો થવા માંડી. અને ધીમે ધીમે વખત જતાં એ ઉડતી વાત ગેલિલીઓને કાને પહોંચી. વિજ્ઞાનના હથિયાર તરીકે આવા યંત્રની મહત્તા તેને પૂરેપૂરી સમજાઇ ગઇ. એવા યંત્રની ઘટનાનો પ્રશ્ન તેના મગજમાં ભૂત પેઠે ભમવા લાગ્યો, અને તેનો ઉકેલ થતાં સુધી તેને ભારે અજંપો રહ્યો. એ પ્રશ્નના ઉકેલને માટે પાયા રૂપ માહીતિ તરીકે તેની પાસે માત્ર આંખની રચનાના તે સમયે હતાં તે પુસ્તકો અને આગીઆકાચના વાદની બાબતમાં તેનું પોતાનું અધકચરું જ્ઞાન હતું. પણ યંત્ર યોજવાની બાબતમાં તેની અસાધારણ બુદ્ધિની સહાયમાં એટલી માહીતિ પૂરતી હતી. તે એક આખી રાત એ કામ લઇ બેઠો અને સવાર થતામાં તો એ પ્રશ્નનો ઉકેલ તેણે આણી દીધો. તેના પોતાના જ શબ્દો આ બાબતમાં ઘણા સ્પષ્ટ છે. પોતાના એક સગાને લખતાં તે કહે છે કેઃ—

'તમને મારે એક નવી ખબર આપવાની છે, જો કે એ સાંભળી તમે ખુશ થશો કે દિલગીર તે હું કહી શકતો નથી...... તમારે જાણવું જોઇશે કે એ એક મહિના પર અહીં એક એવી વાત ચાલતી હતી કે ફ્લાન્ડર્સમાં નાસોના કાઉન્ટ મોરિસને કોઇએ એક એવી કરામતવાળો કાચ ભેટ તરીકે આપ્યો હતો જેનાથી દૂરની ચીજો પાસે દેખાતી અને બે માઇલ દૂર ઉભેલો આદમી સાફ જોઇ શકાતો

હતો. આ વાત મને એટલી બધી અદ્દભુત લાગી કે મેં તે વિષે વિચાર કરવા માંડયો. તેનો પાયો યથાદર્શનના વાદમાં છે એમ મને જણાવાથી તેવું યંત્ર બનાવવાની માથા-ફોડ મેં કરવા માંડી, અને આખરે મેં તેવું યંત્ર બનાવવાની રીત શોધી કાઢી છે. હું એટલો બધો સફળ થયો છું, કે મારું દૂરબીન ડચ દૂરબીન કરતાં ચઢીઆતું છે. વેનિસમાં ખબર પહોંચી કે મેં એવું એક યંત્ર બનાવ્યું છે, એટલે એક અઠવાડીઆમાં ત્યાંના મુખ્ય અધિકારી તથા તેની સભાના સભ્યોને તે બતાવવાની મને આજ્ઞા થઇ, અને તે જોઇ તેઓ ખૂબ અજબ થયા. ઘણા ગૃહસ્થો તથા રાજસભાના સભ્યો, વયોવૃદ્ધ સભ્યો સુદ્ધાં, જુદે જુદે વખતે બંદરના મુખ તરફ આવતાં વહાણોને જોવા વેનિસના ઉંચામાં ઉંચા ઘંટ મિનારા પર ચઢયા છે. તેમણે બંદરના મુખ તરફ આવતાં વહાણુ સાફ જોયાં છે, જે કે મારા દુરબીન વગર તે વહાણુ બીજા બે કલાક પહેલાં કદી જોઇ શકયા નહોત. આ યંત્રની એવી શકિત છે કે તેનાથી પચાસ માઇલ દૂર આવેલી ચીજ જાણે તે માત્ર પાંચ જ માઇલ દૂર હોય એમ દેખાય છે.'

એ સ્થળે એ યાદ રાખવાની જરૂર છે કે ડચ દૂરબીન યંત્ર, ગેલિલીઓએ બનાવેલા યંત્ર કરતાં તદ્દન જુદી જાતનું હતું. પહેલું તો તેમાંથી જોવાની ચીજોની ઉલટી પ્રતિમા બતાવતું હતું, પણ આ બીજું તો તેની સીધી પ્રતિમા બતાવતું હતું. ગેલિલીઓએ જે પ્રકારનું યંત્ર બનાવ્યું હતું તેની રચના આજ પણ નાટક શાળાઓમાં વપરાતાં દૂરબીનોમાં જોઇ શકાય છે. આકૃતિ સં. ૪૮ તથા ૪૯ માં ગેલિલીઓના દૂરબીનનો સિદ્ધાંત બતાવવામાં આવ્યો છે. ગુંચવાડો દૂર રાખવા ખાતર આ સ્થળે એટલું જ યાદ રાખવું બસ થશે કે પ્રકાશનાં કિરણના માર્ગમાં દલ કાચ મૂકવાની અસર એ થાય છે કે તેમ કરતાં તે તેના જાડા ભાગ તરફ વક્રીભવન પામે

સરખી રીતે પ્રકાશતી છે. આને બદલે ગેલિલીઓએ શોધ કરી કે સપાટી અને તેજસ્વીતાની બાબતમાં એની સપાટી અનિયમિત રીતે ખડબચડી ગણી શકાય એવી અને પર્વત તથા જ્વાળામુખીનાં મુખ, દરીઓ તથા ખીણોથી ભરી હોય તેવી છે. એરિસ્ટૉટલના અનુયાયી કહેતા હતા કે બધા આકાશી પદાર્થ પૃથ્વીની આસપાસ પ્રદક્ષિણા કરે છે, પણ ગેલિલીઓએ પોતાનું દૂરબીન ગુરૂ તરફ તાક્યું ત્યારે તેણે તેની આસપાસ ચાર ચંદ્રને ફરતા જોયા અને તેથી તેને ખૂબ સાનંદાશ્ચર્ય થયું. આ અવલોકનોને પરિણામે જે જબરું વિરોધ પ્રદર્શન થયું તેનો અહેવાલ આજે વાંચતાં કોઇ બાલિશતા ભરી વાર્તા જેવો વંચાય છે. દાખલા તરીકે સિઝિએ એવી દલીલ કરી કે ગુરૂના એ ચંદ્ર નરી આંખે નહતા દેખાતા તેથી તે પૃથ્વી પર કાંઇ અસર કરી શકે નહિ અને તે કારણે તે નકામા જેવા છે અને તેની હયાતી જ નથી. બીજો એક વિરોધી તો એથી પણ આગળ ગયો. તેણે તો દૂરબીનમાંથી આકાશ તરફ નજર માંડવાની જ સાફ ના પાડી.

ગેલિલીઓ લખે છે કે "ઓ મારા વહાલા મિત્ર કૅપ્લર, આપણે બંને ભેગા હોત અને પેટ ભરી હસી શક્યા હોત તો કેવું સારું! અહીં અમારા પાડુઆમાં એક તત્ત્વ વિદ્યાનો મુખ્ય અધ્યાપક છે. તેને મેં ઘણીવાર અને આગ્રહપૂર્વક મારા દૂરબીનથી ચંદ્ર તથા ગ્રહો જોવા વિનંતિ કરી છે, પણ તેતો ચીવટાઇથી તેમ કરવાની નાજ પાડે છે. તમે અહીં કેમ નથી? આવી જબરી મુર્ખામી માટે આપણે કેના ખડખડાટ હસ્યા હોત! પાઈઝામાં એક તત્ત્વજ્ઞાનનો અધ્યાપક છે તે મોટા દાક્તર આગળ તર્કાનુરૂપ દલીલો કરવાની મહેનત લઈ રહ્યો છે. જાણે કે જાદુઇ મંત્રોથી તેઓ નવા ગ્રહોને નભમંડળમાંથી હાંકી કાઢવાના હોય! એને સાંભળવાની ખરી મજા છે."

એક વધારે દાખલાનું અવતરણ અપાય એમ છે. ગેલિલીઓએ સૂર્યની સપાટી તપાસી અને તેની પર તેને ડાઘા જણાયા. એ તો ખરેખર એક મહાન અપરાધ થયો. તેણે તે ડાઘા ઝીણવટથી તપાસ્યા અને તેમ કરતાં તેણે તેને ખસતા જોયા. આથી તેણે સિદ્ધ કર્યું કે સૂર્ય તેની ધરી પર ભ્રમણ કરે છે. શાઇનર નામના એક વિચારશીલ સાધુએ તેનાં એ અવલોકનો બરાબર છે એવી ખાત્રી કરી જોઇ અને તેના સંપ્રદાયના વડાને એ ડાઘાઓનો અહેવાલ કહ્યો. તેણે લીધેલી એ તસ્દી વિષે તેને શું કહેવામાં આવ્યું તે જાણો છો ? તેના વડાએ તેને જવાબમાં લખ્યું કે 'હું એરિસ્ટૉટલનાં પુસ્તક તપાસી વળ્યો છું અને તેમાં એવું કાંઇજ લખેલું મારા જોવામાં આવ્યું નથી. માટે ખાત્રી રાખજો કે એ બધું તમારી ઇંદ્રિયો અથવા તમારા કાચે તમને દીધેલા દગાનું પરિણામ છે.'

આ બધા સમય દરમિયાન ગેલિલીઓની કીર્તિ વધ્યે જતી હતી. વેનિસના પ્રજાસત્તાક રાજ્યમાં એ ઘણો જ લોકપ્રિય થયો હતો. આપણે જોયું છે કે ૧૫૦૯ માં તેનો પગાર બેવડો થયો હતો અને તે જીવે ત્યાં સુધી તેની બહાલી મળી હતી. પાડુઆમાં તેને છોકરાં થયાં હતાં, એક વિન્સેન્ઝો નામનો છોકરો અને બે છોકરીઓ, જેમાંની એક મેરિસેના પાછળથી તેની વૃદ્ધાવસ્થાના વિસામારૂપ થવાની હતી, તો પણ વેનિસમાં તેને સંપૂર્ણ સુખનો અનુભવ થતો નહતો. ગેલિલીઓ ટસ્કનીનો હતો એટલે તેને મન તો ટસ્કની જ તેનું ઘર હતું અને વેનિસ તો દેશવટાની ભૂમિ હતી. ટસ્કનીની પ્રજા પણ એ મોટા માણસને પોતાના દેશમાંથી હાંકી કાઢવા બદલ દિલગીર હતી. ગેલિલીઓએ પાઇઝાનો સંબંધ તદન તોડી નાંખ્યો નહતો. પાડુઆમાં તેની સ્થિતિ વ્યાજબી રીતે સલામત થયેલી તેને જણાઇ, ત્યારે તેણે રજાઓ દરમિયાન પોતાના વતનના ગામની મુલાકાતો લેવા માંડી, અને તેમ કરતાં ટસ્કનીના

મોટા ઠાકોર કૉસિમો બીજા જોડે એને મૈત્રીસંબંધ બંધાયો. ગેલિલી-ઓને ટસ્કનીમાં પાછો આવવા લલચાવવાના યત્નોમાં કૉસિમો જાહેર લોકમતને પ્રકટ કરતો હતો. ૧૬૧૦ માં ગુરુના ઉપગ્રહોની પ્રખ્યાત શોધ પછી તેણે આપણા આ તત્ત્વવેત્તાને પોતાની ઠકરાતમાં ગણિત-શાસ્ત્રી તથા તત્ત્વવેત્તાની જગાએ નીમવા કહ્યું અને ગેલિલીઓએ એ કહેણ માથે ચડાવ્યું.

એ બહુ મહત્ત્વનો નિર્ણય હતો. રોજનાં ભાષણના નિત્યકર્મ-માંથી મળેલી છુટનો આનંદ, અને પોતાના વતનમાં પાછા ફરવાની કેટલાંય વર્ષો સુધી સેવેલી તાલાવેલીના સ્મરણે બીજા બધા ખ્યાલ વિસારે પાડી નાંખ્યા, અને ૧૬૧૦ માં આપણે એને ફ્લૉરેન્સ શહેરમાં સ્થિર થયેલો જોઈએ છીએ. ત્યાં રહી તેણે ખગોળ અને યંત્રશાસ્ત્રના વિષયમાં સફળ શોધોની કારકીર્દિ ચાલુ રાખી.

એનો એ નિર્ણય એટલો બધો મહત્ત્વનો કેમ હતો ? જાહેર રીતે કૉપર્નિકસની વિરોધી ભૂમિમાં ગેલિલીઓ તેના સિદ્ધાંતમાં માનનારો હતો. જ્યાં ધર્મસંઘની આણ વર્તતી હતી ત્યાં જે સિદ્ધાંતોને તે ધર્મદ્રોહી લેખતો હોય તેમાં માથું મારવું એ અગ્નિની આસનાપ્ર કર્યા બરાબર હતું. એવા ગુના માટે જુનોને થાંભલે બાંધી જીવતો બાળી નાંખ્યાને હજી બહુ વર્ષો થયાં નહતાં. વેનિસમાં તો ગેલિલીઓ વ્યાજબી પ્રમાણમાં સલામત હતો. ધાર્મિક બાબતોમાં તે બીજા દેશોની સરખામણીમાં વધારે મતાંતર ક્ષમતાની ભૂમિ હતી, પણ ટસ્કનીમાં તો જુદી જ પરિસ્થિતિ હતી. તેની પર રોમનો બહુ ભારે પ્રભાવ હતો. એટલે સ્વાતંત્ર્યની ભૂમિમાંથી ધાર્મિક જુલમની ભૂમિમાં ગેલિલીઓના પાછા ફરવાના પગલાની પાછળ કાંઇક કરુણાંત આવી છુપું રહેલું હતું.

અલબત્ત પોતાની વચ્ચેથી તે ચાલ્યો ગયો, તેથી વેનિસના લોકોને

બહુ માઠું લાગ્યું અને તેમને માઠું લાગે તે વ્યાજબી પણ હતું. ગેલિલીઓને જીવનભરનું સાલીયાણું બાંધી આપ્યાને હજુ માંડ એક વર્ષ થયું હતું. તેઓ હમેશાં તેની જોડે બહુ સારી રીતે વર્ત્યા હતા. તેના જવાથી તેમને અપમાન લાગ્યું અને ગેલિલીઓ પોતાના મિત્રોમાંના ઘણાને પોતાની પાછળ દુશ્મન કરતો ગયો.

૧૬૧૧ માં ટુંક મુદત માટે તે રોમની મુલાકાતે ગયો. ત્યાં તેને બહુ હર્ષભર્યો આવકાર મળ્યો. ફ્લૉરેન્સ પાછા ફરતાં તેણે જલસ્થિતિ ( હાઇડ્રો સ્ટેટિક્સ ) શાસ્ત્રના વિષય તરફ પોતાનું લક્ષ દોડાવ્યું, અને તરતા પદાર્થો વિષે એક ઉત્તમ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. આના પછી ખગોળના વિષયમાં કેટલીક પ્રવૃત્તિ તેણે કરી. તેણે શનિના જાણુવા જેવા શણગાર જે પાછળથી તેની કુકડીઓના નામથી જાણીતા થયેલા છે તે શોધ્યા અને તેની પર ચર્ચા કરી. રેખાંશ નક્કી કરવાના પ્રશ્ન પર તેણે લખ્યું. તેણે 'ચંદ્રના' નામથી ઓળખાતા ચમત્કારની શોધ કરી. તેમ છતાં આ બધો વખત જરાપણ અટક્યા કે વિરામ્યા વગર ઍરિસ્ટૉટલના સંપ્રદાયના તત્ત્વવેત્તાઓ પર જોસદાર હુમલો તેણે કર્યા જ કર્યો. અને એ બધા સમય દરમિયાન ધર્મસંઘના તેના દુસ્મનો કાંઇ નવરા નહતા બેઠા. તેની સામે રોમમાં ઉશ્કેરણી ફેલાવવા તે મથી રહ્યા હતા.

તેઓ એટલી હદે સફળ થયા કે ૧૬૧૫ માં ગેલિલીઓને તેના વિચારોની સમજૂતિ આપવા રોમ બોલાવી મંગાવવામાં આવ્યો. તે ત્યાં ગયો. પરિસ્થિતિ બહુ નાજુક હતી, અને તેમાંથી અનેક શક્યતાઓ ઉદ્ભવે એમ હતું. તે સમયના ઍરિસ્ટૉટલ સંપ્રદાયના બુદ્ધિમાન પુરૂષોમાં સૌથી શ્રેષ્ઠ બુદ્ધિના વિદ્વાનો તેની સામે આવી ઉભેલા તેણે જોયા. પણ વાદ વિવાદમાં તો તે એક્કો હતો એટલે પોતાના બધા મુદ્દા તેણે સિદ્ધ કર્યા. જો તે તેના વિરોધીઓની

હાજરીમાં બધો વખત રહી શકયો હોત તો તો નિઃસંદેહ સૌ સારાં વાનાં થાત, કારણ કે પોપ પૉલ પાંચમો તેના તરફ સદ્દવૃત્તિ ધરાવતો હતો. પણ તે વાદનો ઓરડો છોડી ગયો એટલે તેની દલીલોનો જાદુ પણ તેની સાથે જ ગયો, એટલે કાર્ડિનલોની સમિતિએ ચોકકસ રીતે કૉપર્નિકસ અને કૅપ્લરનાં લખાણો સામે પ્રતિબંધ મૂકવાનો અને તેમના સિદ્ધાંતને ટેકો આપવા બદલ ગેલિલીઓને ઠપકો આપવાની કાર્ડિનલ બેલાર્માઇનને સૂચના આપતો પાકો ઠરાવ કર્યો. આ ઠરાવનો અમલ કરવામાં આવ્યો એટલે ૧૬૧૬ ના ફેબ્રુઆરીની ૨૬ મી તારીખે કેદ તથા શારીરિક પીડનની ધમકી નીચે ગેલિલીઓને 'તેના જુઠા, અધર્મભર્યા અને ધર્મદ્રોહી મતોનું શિક્ષણ આપતા બંધ થવાનું' ફરમાન મળ્યું. અનિવાર્ય ભાવી આગળ ગેલિલીઓએ શિર ઝુકાવ્યું. તેણે તે ફરમાનને અનુસરવાનું વચન આપ્યું એટલે તેને ફ્લૉરેન્સ જવાની રજા આપવામાં આવી.

## ૬. ધાર્મિક અદાલત

ગેલિલીઓ ફ્લૉરેન્સ પાછો ફર્યો ત્યાર પછીના વર્ષો એક રીતે પૂરતાં શાંતિ ભર્યાં કહી શકાય એવાં હતાં. તેણે ખંતપૂર્વક પોતાની શોધખોળ ચાલુ રાખી, પણ તેના જાગતા અને સાવધ દુશ્મનોને દુભવે એવું કાંઈપણ કરવાથી તે કાળજીપૂર્વક દૂર રહ્યો. તેની ઉમર વધતી જતી હતી અને ફ્લૉરેન્સની બહાર પણ તેનાથી બહુ દૂર નહિ એવા આર્સેટ્રિ આગળના સેંટ મેથ્યુના મઠમાં સાધ્વી બનેલી તેની એક દીકરીના સાંનિધ્યથી તેને તેના જીવનના આ તબક્કે બહુ આરામ મળતો હતો. આથી ગેલિલીઓએ આર્સેટ્રિમાં એક નાનો બંગલો રાખ્યો. તે તેનો ઘણો ખરો સમય ત્યાંજ રહી પસાર કરતો. અહીં રહ્યો તે ઘણીવાર તે મઠની મુલાકાતે જતો અને તેમ કરવા તે શક્તિવાન ન થતો ત્યારે તે પોતાની પુત્રી સાથે એકધારો પત્ર

વ્યવહાર ચાલુ રાખતો. તેણે પોતાના પિતા પર લખેલા પત્રો, જેમાંના ઘણા હજુ મોજુદ છે તે આ તત્ત્વવેત્તાના જીવનના આ ગાળાની બહુ હૃદયસ્પર્શી નોંધ રૂપ છે.

આમ આપણે **પોપ પાંચમા પૉલના** મરણના વર્ષ ૧૬૨૩ સુધી આવી પહોંચીયે છીએ. એની પછી **આઠમો અર્બન** પોપની ગાદીએ આવ્યો. કાર્ડિનલ માફેઓ બાર્બેરિનિ તરીકે તે ગેલિલીઓના દિલો-જાન મિત્રો અને હિતેચ્છુઓ પૈકીનો એક હતો. પોપને પદે એના આવવાથી ગેલિલીઓને બહુ સંતોષ થયો, કારણ કે તેના દિલમાં એવી આશા બંધાઇ કે નવા પોપનો અમલ તેને માટે મતાંતર સહિષ્ણુતાના યુગ રૂપ નીવડશે. તેના એક મિત્રે કુશળતાથી એ બાબતમાં પોપનો મરમ લેવાનો યત્ન કર્યો, અને તેને પરિણામે તેણે ગેલિલીઓને રોમ આવી પોપને પોતાનાં અંગત અભિનંદન આપી જવાની સલાહ આપી. ગેલિલીઓ આવ્યો અને તેની મુલાકાત ખરેખર બહુ સફળ નીવડી. તે એટલી બધી સફળ નીવડી કે ફ્લૉરેન્સ પાછા ફરતાં તેને માલૂમ પડ્યું કે અર્બન આઠમાએ ટસ્કનીની ગાદીએ આવેલા કૉસિમોના તરૂણ અનુગામી ફર્ડિનૅન્ડ પર તેની ભલામણ કરતો એક પત્ર મોકલ્યો હતો.

તેણે તેમાં લખ્યું હતું કે ' ગેલિલીઓમાં સાહિત્યને શોભા આપે એવા ગુણો છે એટલું જ નહિ પણ તેનામાં ધાર્મિકતા માટે પ્રીતિ છે, અને તે એવા ગુણોમાં મજબૂત છે કે જેનાથી વડા ધર્મગુરૂની કૃપા સહેલથી મેળવી શકાય, અને હાલ અમે જે પદપર ચઢ્યા છીએ તે બદલ અમને અભિનંદન આપવા તેને આ શહેરમાં આણવામાં આવેલ છે, ત્યારે અમે પ્રેમથી તેને ભેટ્યા છીએ; અને તમારી ઉદારતા તેને જે દેશમાં પાછો બોલાવે છે ત્યાં અમે ધર્મગુરૂની કૃપાની પૂરતી જોગવાઇ કર્યાં વિના તે આવે

એમ થવા દઇ શકીએ એમ નથી, આથી અમને એ કેટલો પ્રિય છે તે તમે જાણી શકો માટે અમે તેને સદ્ગુણ અને ધાર્મિકતાનું આ પ્રમાણપત્ર આપવાની ઇચ્છા કરી છે. વળી અમે તમને સૂચવવા માગીએ છીએ કે તમે તમારા પિતાની ઉદારતાનું અનુકરણ કરી અથવા તેનાથી પણ આગળ વધી એને જે જે લાભો બક્ષશો તેથી અમને સંતોષ થશે.'

આ ખરેખર બહુ ભવ્ય પ્રમાણપત્ર હતું. એટલે ભરતીની દિશા બદલાઇ છે એવી ગેલિલીઓના મનમાં આશા બંધાય અને તે પોતાના ખરા વિચાર અને અભિપ્રાયો જરા વધારે છુટથી નોંધવાની અને રજુ કરવાની હિંમત કરે તો તે તદ્દન કુદરતી હતું. પણ વ્યકિત તરીકે પોપ અને બળવાન ધર્મસંઘના સત્તાધારીઓથી વીંટળાયેલા પોપ વચ્ચેનો ભેદ ન પારખવાની ઘાતક ભૂલ ગેલિલીઓએ કરી હતી, તે ભૂલનો તેને ભારે દંડ આપવાનું પ્રાપ્ત થવાનું હતું.

હવે તે ખરો કામે ચઢયો અને તેના જીવનનું સૌથી અગત્યનું પુસ્તક તેણે તૈયાર કરી નાંખ્યું. તે પુસ્તકનું નામ 'ડાયેલોગ્ઝ ઓન ધ ટૉલેમિક એન્ડ કૉપર્નિકન સીસ્ટીમ્સ' એવું હતું. ૧૬૩૦ ના અરસામાં તે પૂરૂં થયું. ૧૬૧૬ માં કેદની ધમકી નીચે કૉપર્નિકસના સિદ્ધાંતનું શિક્ષણ નહિ આપવાનું વચન આપવાની તેને ફરજ પાડવામાં આવી હતી એ બીના ઉપરથી આ પુસ્તકના સ્વરૂપનું નિર્માણ કરવામાં આવ્યું હતું. તેણે જે લખ્યું હતું તે સાલ્વિઆટિ નામના એક કૉપર્નિકસના અનુયાયી, તથા સિમ્પ્લિો નામના એરિસ્ટૉટલના એક અનુયાયી અને સેગ્રેડો નામના એક ભલા સ્વભાવના પ્રમુખ વચ્ચે સંવાદના રૂપમાં થયેલી નિષ્પક્ષપાત ચર્ચા હતી. કેટલાક લેખકો એવો દાવો કરે છે કે તેની પાસેથી

બળજબરીએ લીધેલા વચનનું આ પુસ્તક કોઇ પણ રીતે વિરોધી હતું નહિ, પણ એ માનવું અઘરું છે. તેને માટે કોઇ બહુમાં બહુ તો એટલું જ કહી શકે કે તેનું હાર્દ તો નહિ, પણ તેની ભાષા તે વચનને અનુરૂપ હતી. એટલી વાત તો નક્કી જ છે કે કોઇ પણ જાતના રાગ વગરના નિષ્પક્ષપાતીપણાનો ડોળ તો એક બહાના અથવા બહારના આડંબર રૂપ હતો. કારણ કે એ આખા ય પુસ્તકમાં દલીલોનું બળ સાલ્વિઆટિની બાજુએ જ જોવામાં આવે છે. એ બહુ ઝળકતા સામર્થ્યભર્યું પુસ્તક હતું અને બુદ્ધિભર્યા યુકિતવાદ તથા મજાના સાહિત્યની ઉત્કૃષ્ટ કૃતિ હતી, પણ તેથી તેના દુશ્મનો ભુલાવામાં ન પડયા. એ પુસ્તકને પ્રસિદ્ધ કરવાની પ્રારંભિક પરવાનગી મેળવવા જેટલો પણ તે આગળ વધી શકયો એ બહુ નવાઇ જેવી વાત છે. બહુ સાંકડા અને મતાગ્રહભર્યા દૃષ્ટિબિંદુએથી જોતાં પુસ્તકોની પ્રસિદ્ધિની બાબતમાં નિયામકની જગા એ કામ કરતાં ' માસ્ટર ઑફ ધી સેક્રેડ પેલેસ ' એ પદ પર નીમાયેલા ઇસમના બહુ નિષ્કાળજીભર્યા ઘોટાળાને લઇને જ એ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિની રજા મળી શકેલી હોવાનો સંભવ છે. એ પુસ્તક ૧૬૩૨ માં પ્રસિદ્ધ થયું. તે ટસ્કનીના ઠાકોરને અર્પણ કરવામાં આવ્યું હતું. બહુ આતુર જનતાએ તેને આવકાર સાથે વધાવી લીધું અને ખૂબ રસપૂર્વક તે વંચાયું, ત્યારે જ માસ્ટર ઑફ ધી સેક્રેડ પેલેસને સમજાયું કે એ પુસ્તકને પ્રસિદ્ધ કરવાની રજા આપવાની બાબતમાં તેણે ભારે ભૂલ કરી હતી એટલે તેણે તુરત જ એ પુસ્તક જપ્ત કરવાનો હુકમ કર્યો. પોતાની સામેનાં બળો કેટલાં મજબૂત હતાં તેની ગેલિલીઓને જોઇએ તે કરતા બહુ મોડી પ્રતીતિ થઇ અને ટસ્કનીના ઠાકોર ફર્ડિનેન્ડ અને બીજાઓએ તેને મૈત્રીભરી સહાય આપવાનું સૂચન કર્યું હતું ;તે છતાં તેના પર ઉલટી પડેલા રોષની ભરતી એવી જબરી હતી કે તેની સામે ટકી શકાય એમ હતું જ નહિ.

તેનો પહેલાનો મિત્ર અને હિતેચ્છુ પોપ અર્બન પણ તેનો વિરોધી થઈ બેઠો. તે ગુરૂશ્રીને એવું સમજાવવામાં આવ્યું કે સિમ્પ્લિસિઓનું પાત્ર તેમના પોતાના ઉપહાસ ચિત્ર તરીકે બુદ્ધિપૂર્વક યોજવામાં આવ્યું હતું. ધર્મદ્રોહના આરોપસર ગેલિલીઓને તાત્કાલિક રોમ બોલાવી મંગાવવામાં આવ્યો. હવે તો તે બુઢ્ઢો થઈ ગયો હતો. તેનું શરીર ઘસાઈ ગયેલું હતું. દેશમાં મહામારી ( પ્લેગ ) ચાલતી હતી અને શિયાળાની ઋતુ હતી. તે દિવસોમાં ફ્લૉરેન્સથી રોમની મુસાફરી એ કાંઈ નાનું સૂનું કામ નહતું એટલે ગેલિલીઓએ જરા વધારે સમય મેળવવાની અરજ કરી. એની એ અરજનો અસ્વીકાર કરવામાં આવ્યો અને ૧૬૩૩ ના ફેબ્રુઆરીમાં તે રોમ આવી પહોંચ્યો. તેના જુના મિત્ર ટસ્કનીના એલચી નિક્કોલિનિને તેને પોતાના પરોણા તરીકે પોતાને ઘેર રાખવાની રજા આપવામાં આવી, પણ તેને ઘરની અંદર અને અંદર જ રાખવો એવી તેને ભલામણ કરવામાં આવી. એની તપાસણીનું કામ છેક જુન માસ સુધી લંબાયું. એ બધી તપાસણીનું કામ બંધ બારણે ચાલ્યું હતું. એ બધા સમય દરમિયાન ગેલિલીઓના મિત્રો તેના મન પર એ વાત ઠસાવતા હતા કે તેને માટે નમી પડવાની રીત સલાહભરી હતી. એ વયોવૃદ્ધ તત્ત્વચિંતકને માટે એ બહુ ભારે માનસિક વ્યથાનો સમય થઈ પડ્યો હશે. તેણે કરવું શું ? જે સંજોગોમાં તે મૂકાયો હતો તેમાં તે અને તથા તેના જેવા માણસોનાં ભાવીને યાદ કર્યા સિવાય બીજું શું કરી શકે ! તુટી ગયેલા જુસ્સાવાળા તે વૃદ્ધે પોતે જાહેર કરેલી વાતનો ઇન્કાર કરવાની પોતાની 'સ્વતંત્ર અને મતાગ્રહ વગરની' મરજી જાહેર કરી. ધાર્મિક અદાલતના અધિકારીઓ તરફથી તેને મળનાર નિર્બંધ મેળવવા માટે તેને કાર્ડિનલોની સભા આગળ પશ્ચાત્તાપ કરનારને માટે નિયમથી કેદીનાં વસ્ત્રો પહેરાવી ઉભો કરવામાં આવ્યો. તેમણે

એનાં પુસ્તકોને અધમ ઠરાવી નિંદ્યાં, પણ તેની પર દયા ખાઇને તથા તેણે સ્વેચ્છાએ પોતે કહેલી વાતનો ઇન્કાર કરવા કબુલ્યું હતું એ વાતને લક્ષમાં લઇ, તેમણે અતિશય કૃપાવાન થઇ તેને માફી બક્ષી, અને માત્ર પોપ ઇચ્છે તેટલા સમય સુધીની કેદની સજા તેને ફરમાવી.

પછી જગમશહૂર થયેલો ઇન્કાર આવ્યો:—

......પણ સૂર્ય વિશ્વનું કેંદ્ર છે તથા તે અચલ છે એવું જાહેર કરનાર જુઠા મતને તદન છોડી દેવાની અને તે મત માનવાની કે તેનો બચાવ કરવાની કે તે જુઠો મત કોઇ પણ પ્રકારે શીખવવાની મને વડા ધર્મગુરૂથી આજ્ઞા થઇ છે, અને ઉપર જણાવેલો સિદ્ધાંત પવિત્ર ધર્મપુસ્તકનો વિરોધી છે એવી મને સમજૂત થયા પછી મેં એક પુસ્તક લખીને છપાવ્યું છે અને તેમાં હાલ જે નિંદ્ય ગણાય છે તે સિદ્ધાંત વિષે મેં લખ્યું છે એટલે કે હું એમ માનતો હતો કે સૂર્ય વિશ્વનું કેંદ્ર છે અને અચલ છે અને પૃથ્વી વિશ્વનું કેંદ્ર નથી અને ચલ છે એમ માનતો હતો, તેથી આપ નામદારોના તેમજ દરેક કૅથૉલિક ખ્રીસ્તિના મનમાં મારે વિષે વ્યાજબી રીતે આરૂઢ થયેલી પ્રબળ શંકાને દૂર કરવાની ઇચ્છાથી, ખરા દિલથી અને અકૃત્રિમ શ્રદ્ધાથી, ઉપર જણાવેલી ધર્મદ્રોહી બાબતો અને ભૂલોનો તથા પવિત્ર ધર્મસંઘની સામાન્ય રીતે વિરોધ કરનાર બીજાં દરેક ભૂલ અને સંપ્રદાયનો હું સંપૂર્ણ ત્યાગ કરૂં છું, તેને શ્રાપિત જાહેર કરૂં છું તથા ધિક્કારને પાત્ર ગણું છું અને હું શપથ લઉં છું કે ભવિષ્યમાં હું કદી પણ મારા માટે ફરી આવી શંકા ઉભી થાય એવું કાંઇ પણ બોલીને કે લખીને જાહેર કરીશ નહિ.'

આ નાલાયકી ભર્યા દેખાવ માટે આપણે શું કહીશું ? નિષ્પક્ષપણે આ હકીકત વાંચનારને આ દયામણા ભોગને માટે બહુ ઊંડી

લાગણી નહિ થાય તો બીજું શું થશે ? ઇશ્વરને નામે આમ વર્તી શકનાર વ્યવસ્થિત તંત્ર માટે કોને ઊંડા રોષની લાગણી થયા વગર રહેશે ? છતાં સામાન્ય ન્યાયની ખાતર વાચકને યાદ આપવાની જરૂર છે કે ધર્મસંઘને લાગે વળગે છે ત્યાં સુધી 'ધાર્મિક અદાલત'ના વાદની પાછળ ખરું જોતાં જુલમ કે શિક્ષા કરવાનો હેતુ હતો નહિ.

'ધર્મદ્રોહની એક ગુના તરીકે તપાસણી કરવા માટે ધાર્મિક અદાલત નહતી, પણ તે તો એક પ્રકારની આધ્યાત્મિક આરોગ્યની સમિતિ જેવી સંસ્થા હતી. તેનું કામ હિતકર અને સંભવ છે કે દુઃખદાયક ઉપાય યોજી બની શકે તો ધર્મદ્રોહીને મુક્તિના માર્ગમાં આણવાનું હતું. તેનો હેતુ નહિ માનનારને તે બાબતની ખાત્રી કરાવવાનો નહિ પણ તેને વશ કરી નમાવવાનો હતો; સત્યનો નહિ પણ અમુક વાત જાહેર કરવાનો હતો; અને ગમે તે ઉપાયે તે એક વાર મળી જાય એટલે તેનો બધો હેતુ સિદ્ધ થઇ જતો હતો.'

અભ્યાસી તથા તત્ત્વચિંતક તરીકે તેના લગભગ આખી દુનિયામાં પ્રસરેલા પ્રભાવને કારણે તેનો પોતે અત્યાર સુધી માનેલા સત્યના ઇન્કારનો પૂરો પાક આખા યુરોપના જાણવામાં આવે તેવું કરવા માટે બહુ જબરી અને કાર્ય સાધક પદ્ધતિઓનો અમલ કરવાની પ્રેરણાઓ સ્ફુરી નીકળી. દરેક દેવળના ઉપદેશક પીઠ પરથી ઉપદેશ સાંભળવા એકઠી થયેલી સ્ત્રી પુરુષોની મંડળીને તે વાંચી સંભળાવવામાં આવ્યો. વિદ્યાપીઠોના અધ્યાપકોએ તે પોતાના વિદ્યાર્થીઓને વાંચી સંભળાવ્યો. તેના પોતાના શહેર ફ્લોરેન્સમાં તે તેના મિત્રો તથા તેના તરફ સહાનુભૂતિ ધરાવનારાઓ આગળ જાહેર રીતે વાંચવામાં આવ્યો.

## ૭ ગેલિલીઓનાં છેલ્લાં વર્ષ

પોપે તેની પર થયેલી કેદની સજાનો દયા ભર્યો અર્થ કર્યો. સખ્ત કેદને લાગે વળગે છે ત્યાં સુધી તો તે માત્ર ચાર જ દિવસ

રહી અને ત્યાર બાદ સીએનામાં વડા ધર્મગુરૂ વિકોલો મિનિના મહેલમાં કાંઇક બદલાયેલા દેશવટાના, રૂપમાં રહેવાની તેને રજા આપવામાં આવી.

દરમિયાન એની પર ચાલતા કામની ચિંતાથી તેની પુત્રીની તબીયત ખૂબ લથડી ગઇ. તે મરણ પથારીએ પડી હતી ત્યારે કુદરતી રીતે તેને તેના પિતાને મળવાની છેલ્લી ઇચ્છા થઇ એટલે ગેલિલીઓએ આર્સેટ્રિ પાછા ફરવાની રજા માગી. તેના પર દયા કરી તેને તે રજા આપવામાં આવી અને છેલ્લી વખત એ બંનેને એક એકને મળવાની રજા આપવામાં આવી. ત્યાર પછી થોડા દિવસે તે મરી ગઇ. દુઃખથી જિન્નથ થયેલા તેના વૃદ્ધ પિતાએ હવે પોતાને ફ્લૉરેન્સ પાછા ફરવા દેવા માટેની પરવાનગી માગી, પણ તેના અગાઉના વિજયના સ્થાનમાં તેના સંભવિત પ્રભાવની બીકે તેની માગણી કડક રીતે નકારવામાં આવી અને તેને એવી ચેતવણી આપવામાં આવી કે આર્સેટ્રિના બંગલામાં નજર કેદ ભોગવી તેણે સંતોષ માનવો પડશે. એટલે સંતાપ તથા અવસ્થાની નબળાઇઓથી ખોખરો થયેલો તે ત્યાં જ રહ્યો. એમ છતાં તેની બુદ્ધિ પહેલાના જેવી જ ઝળકતી અને સતેજ હતી અને તે ફરીથી કામે લાગ્યો. એના જીવનનાં જે કાંઇ થોડાં વર્ષ બાકી રહ્યાં હતાં તે તેણે ગતિવિજ્ઞાનના ( ડાયનેમિક્સ ) અભ્યાસમાં ગાળ્યાં, અને ૧૬૩૬ માં તેનાં પુસ્તકો સામે ધર્મસંઘનો પ્રતિબંધ હોવાને કારણે મહામુશ્કેલી વચ્ચે આમસ્ટર્ડામમાં પ્રસિદ્ધ થયેલા તેના પ્રખ્યાત "ડાયેલોગ્ઝ ઑન મોશન" નામના પુસ્તકમાં તેણે તેના જીવનનાં આગલા વર્ષોમાં પાદુઆમાં એ વિષય પર કરેલા કામને વધારે સંગીન રૂપ આપ્યું અને પરિણામે પાછળથી વ્યાજબી રીતે યંત્રશાસ્ત્રના પાયા રૂપ ગણાતા ન્યુટનના કાયદાની જાહેરાત માટે જરૂરનું પ્રારંભિક ખોદકામ તેણે કર્યું. તે ખરેખરો કેદી જ હતો.

અને તેના પોતાના પુત્રની તેની પર નજર રાખનાર તરીકે નીમણૂક થઇ હતી. આ અવસ્થામાં બહુ જલદીથી તેની તબીયત લથડની હતી તે અરસામાં તેને ઓચીંતો અંધાપો આવ્યો. આની અગાઉ આવી પડેલી બીજી અનેક કમનશીબીઓની પેઠે આ કમનશીબીને તેણે વરવવેતાને છાજે એવી શાંતિથી સહી લીધી.

૧૬૩૮ માં તેણે ડાયોડાટિને લખ્યું કે 'તમારો વહાલો મિત્ર અને સેવક ગેલિલીઓ ઉંડલા એક માસથી અંધ બનેલો છે અને પરિણામે આ નભમંડળ, આ પૃથ્વી, આ વિશ્વ જેને મેં મારી અદ્દભૂત શોધોથી, પ્રાચીન કાળના ડાહ્યાપુરૂષો માનતા હતા તેના કરતાં લાખ ઘણા વિસ્તાર જેટલાં મોટાં બનાવ્યાં છે તે ચીમળાઇ જઇ મારે મન મારા પોતાના શરીરનાં ઇંદ્રિયભાનથી રોકાય એટલો અવકાશ રોકતાં થયા છે. ઇશ્વરની એવી ખુશી હશે, હું પણ એ સ્થિતિમાં ખુશી રહીશ.'

દેખીતી રીતે હવે તે પહેલાં કરતાં કાંઇક ઓછો ભયંકર લેખાતો હતો, કારણ કે હવે આપણને જણાય છે કે તેને મિત્રોને પોતાને ઘેર આવવા દેવાની રજા આપવામાં આવી હતી. તેના દેશમાના મોટામાં મોટા પુરૂષો, યુરોપના બીજા ભાગોમાંથી આવતા નામાંકિત આગળ પડતા પુરૂષો જોડે તેને માન આપવાની બાબતમાં તથા તેને માટે સહાનુભૂતિ અને પ્રશંસાનો ભાવ દર્શાવવામાં સ્પર્ધા કરતા હતા. બીજાઓની જોડે વિધિની વિચિત્ર વક્રતાથી, અંધાપાનો ભોગ થઇ પડેલો મિલ્ટન પણ ગેલિલીઓની મુલાકાતે આવી ગયો. તેની વાર્તાલાપની કુદરતી શકિત તથા સામાને મુગ્ધ કરે એવી રીતભાત તેની શારિરીક અશકિતને કારણે જરાય બગડયાં નહતાં તે જોઈ તેને મળવા આવનાર સૌ કોઇને આનંદ થતો હતો. પણ તેનો અંત હવે પાસે હતો. અંધાપો તો હતો જ

અને હવે વળી એના કાને ધાક આવ્યાં, અને આખરે એને ઝીણો તાવ લાગુ પડ્યો. અઠોતેર વર્ષની ઉંમરે તે ૧૬૪૨ ના જાન્યુઆરીની ૮ મી તારીખે મરણ પામ્યો.

મરતાં મરતાં પણ તેની પરનો જુલમ ચાલુ રહ્યો હતો. પહેલાં તો સત્તાવાળાઓએ એને ભૂમિદાહની જ મના કરી. પાછળથી કોઈ અજાણ્યે ખૂણે એને દફનાવવાની તેમણે મંજુરી આપી, પણ તેની કબર પર કોઈપણ જાતનું સ્મારક ઉભું કરવાની મના કરી. પછીથી તેમણે તેના વસિયતનામામાં વાંધા ઉઠાવ્યા. એટલેથી પણ તેમને સંતોષ થયો નહિ. તેના કુટુંબના કબજામાં તેનાં જે કાંઇ અપ્રસિદ્ધ હસ્ત લેખી પુસ્તકો હતાં તે તેમણે કબજે કર્યાં અને જે કાંઇ થોડો ભાગ તેમણે પાછો આપ્યો તે ગૅલિલીઓના પૌત્ર કૉસિમોએ પ્રચારક તરીકેની પોતાની કારકીર્દિની શરૂઆતમાં ભક્તિના પ્રારંભિક કૃત્ય તરીકે આહુતિ રૂપે ધર્મસંઘને અર્પણ કરી દીધો.

આજે ફ્લોરેન્સના સાંટાક્રોસના દેવળમાં તેની યાદદાસ્તમાં એક સ્મારક છે. પણ 'પ્રયોગ વિજ્ઞાનનો તે સ્થાપક હતો' એમ જેને માટે યથાર્થ રીતે કહેવાય છે, એ માણસે કરેલા મોટા પ્રયોગના મુંગા સાક્ષી રૂપ પાઇઝાના પ્રાચીન ઢળતા મિનારા કરતાં ગૅલિલીઓ માટે વધારે સુંદર સ્મારક શું હોઇ શકે ?

કોઈ ઉમંગ પેદા થયો કે ન એને કોઈ વાતની ધૂન લાગી, અને પંદર સોળ વર્ષના યુવાન માટે એવી ટીકા થઈ શકતી હોય તો આના પ્રસંગમાં એમ કહી શકાય એમ હતું કે 'તેને તેનું જીવન નીરસ અને ભાર રૂપ લાગતું હતું'. એનું અસ્તિત્વ સમજવું ખરેખર અઘરું હતું. એ તો સાફ દેખાય એવી વાત હતી, કે તેની ઘણી ઘણી ઉત્તમતાઓ છતાં લા ફ્લેશની જેસ્યુટ શાળા એના રાગની દિશા શોધવામાં નિષ્ફળ થઈ હતી.

૧૬૧૨ ના ઑગસ્ટમાં રેનેએ નિશાળ છોડી ત્યારે તેને આગળ અભ્યાસ કરવાની જરાય વૃત્તિ નહતી. થોડા સમય માટે તે 'મોટા ઘોડા પર સ્વારી તથા તલવાર પટો' તથા પોતાની સ્થિતિને છાજે એવા બીજા મર્દાની ખુલ્લા મેદાનના ખેલ ખેલવામાં રોકાયો, પણ નબળી તબીયેતને લીધે એનાથી એ કામ લાંબો સમય ચાલુ રાખી શકાયું નહિ એટલે એક સાથી તથા શિક્ષકનું કામ કરતા ગૃહસ્થની દેખરેખ નીચે તેનો પદ્દીને છાજે એવી રીતે ગૃહસ્થનું જીવન ગાળવા તેને પારિસ મોકલવામાં આવ્યો. જોઆખિમ ડેકાર્ટે પોતાના પુત્રના વર્તન માટે એક બહુ ઉદાર સૂત્ર રાખ્યું હતું. તે એવું હતું કે સદ્ગુણ તથા શીલનો ભંગ ન થાય એટલી સંભાળ રાખી બીજી બધી રીતે તેને પૂરેપૂરી છુટ આપવી. આ સૂત્ર અથવા સૂચનાનો બરાબર અમલ થવા માટે જરૂરી વિવેકબુદ્ધિ ભરી દેખરેખ રાખવા ઉપરાંત તેના સાથી-શિક્ષકને બીજું કાંઈ કરવાનું હોય એમ જણાતું નહતું.

## ૨. વિજ્ઞાનનો અંતર્નાદ

ડેકાર્ટની આખી ઉમ્મર કોઈ ઉંચી કક્ષાના ખાનદાન નવાબ પરિવારના ગૃહસ્થને છાજે એવી હતી એટલે તેને જીવનને ગંભીર દૃષ્ટિએ જોયું જ નહતું. એને કશી વાતની ખોટ નહતી

અને હજુ તો તે ઉગતો યુવાન હતો તેનામાં તે પારિસના મોજમજા ભર્યા જીવનમાં અને પોતાનીજ ઉમરના વિલાસપ્રિય સોબતીઓની સાથોદારોમાં ફેંકાયો હતો. સંભવ છે કે શાળામાં તેના શિક્ષકોને મુકાવવું અસામાન્ય વ્યકિતત્વ નહત તો ભોગવિલાસભર્યા જીવનની બહુ નીચી સપાટીએ તે ડુબી ગયો હોત. તેના ચારિત્રમાં કોઇ પણ કામમાં લાગ્યા રહેવાનો કંટાળો એ તત્વ હતું તેને લઇને જ આળસભર્યા વિલાસનો પણ તેને કંટાળો આવતો.

તેના પારિસના નિવાસ દરમિયાન પરસ્પર વિરોધી બળો તેની પર અસર કરી રહ્યાં હતાં. ૧૬૧૫ માં તેને બે આદમીનો ભેટો થયો અને તેમનો તેની પર બહુ જબરો પ્રભાવ પડયો. એમાંનો એક ક્લૉડ માયડૉર્જ હતો અને બીજો તેના શાળા જીવનનો જુનો સાથી ફાધર મરિન મર્સેન હતો. એ બંને સાધારણ પંકાયેલા ગણિત શાસ્ત્રીઓ હતા અને તે બંને એ નવરા પરવારતા યુવાનમાં ગુપ્ત રહેલી પ્રતિભા જોઇ શકયા હતા. એ બંને તેનામાં ગણિત તથા દર્શન માટે એટલે અંશે પ્રેમ જાગ્રત કરવામાં સફળ થયા કે તે વિષયનો વિગતવાર અભ્યાસક્રમ હાથ લેવા તેઓ તેને મનાવી શકયા આની અસર હંમેશની, અને વજ્રલેપ જેવી થઇ એમાં તો શંકા નથી, પણ તરતને માટે તો તે એક નાની ક્ષણિક અથવા કોગળાથી વધારે મોટી જણાઇ નહિ; કારણ કે ૧૬૧૬ માં તરેહદાર દુનીઆમાં પાછો આવવા લલચાવતા તેના જુના મિત્રોના હાથમાં ગયેલો તેને આપણે જોઇ શકીએ છીએ. પણ તેનું આ સરકી પડવું બહુ લાંબો સમય ચાલ્યું નહિ અને થોડીવારમાં કોઇપણ જાતની કારકીર્દિ માટે ડેકાર્ટ ચોમેરે નજર નાંખવા લાગ્યો. પણ એના જેવી આબાદીક સ્થિતિવાળા આદમી માટે બહુ પસંદગી જેવું હતું જ નહિ, કારણ કે લશ્કર કે ધર્મસંઘ એ બેજ પર્યાય

માર્ગો વ્યવહારમાં તેમને માટે હતા. રૈને ડેકાર્ટમાં ધર્મસંઘને તે ચાહે એવું કાંઇ હતું નહિ એટલે પ્રશ્ન બહુ સહેલથી ઉકલી ગયો. ૧૬૧૭ માં ઓરેન્જના પ્રિન્સ મોરિસના લશ્કરમાં એક સ્વયંસેવક તરીકે તે જોડાયો અને તુરત જ તે સમયે સ્પેઇન તથા હોલેંડ વચ્ચે ચાલતા યુદ્ધ ક્રમમાં ગુંથાયો.

બંને લશ્કર વચ્ચે થયેલા યુદ્ધ વિરામ દરમિયાન તે બ્રેડાના રક્ષિત ગામમાં મૂકાયો હતો તે વખતે તેના જીવનનો એક બહુ સૂચક બનાવ બન્યો. બન્યું એવું કે તે ગામના એક મુખ્ય રસ્તા-પર કોઇ નનામા માણસે એક પાટીઉં ઉંચે મૂક્યું હતું અને તેમાં તેણે ભૂમિતિના એક પ્રશ્નનો ઉકેલ કરવાનો આખી દુનીઆને પડકાર કર્યો હતો. આગળ જતાં એ જ સૈકામાં એવા પડકાર બહુ સાધારણ થઇ જવાના હતા અને ખરેખર તેની દ્વારા ગણિતમાં બહુ શોધખોળ થવાની નિર્માણ થઇ હતી, પણ ડેકાર્ટના જીવનના શરૂઆતના ભાગમાં તો આ પ્રકારનો પડકાર એક નવતર વાત હતી.

અકસ્માતથી તેને તે સ્થાને રોકાવાનું થયું અને પેલું પાટીઉં તેની નજરે પડયું. તે ડચ ભાષામાં લખેલું હતું અને તે એ ભાષાથી અપરિચિત હતો એટલે તેણે ત્યાંથી પસાર થનારમાંનો જે માણસ પહેલો તેની નજરે ચઢયો તેને રોકયો અને પેલા પાટીઆ પર જે

એ પ્રશ્ન લઇ પોતાને મકાને ગયો અને કેટલાક કલાક તેનો ખુલાસો કરવા તે મથ્યો. આખરે તેનો ખરો જવાબ મેળવવામાં તે સફળ થયો અને તેમ થતાં તેને ભારે આનંદ થયો. તેને મન તે એક રહસ્ય દર્શન અથવા સત્યની ઝાંખી રૂપ હતું. તેને એ રસાકસીથી બહુ આનંદ થયો હતો. મર્સેન જોડે પોતે અગાઉ કામ કર્યું હતું છતાં પોતાને પહેલાં જેની ગંધ નહતી એવી ગણિત વેત્તાની શકિત પોતાનામાં છે એ વાતનું ભાન થયું. તે એ પ્રશ્નના ખુલાસા સાથે બીકમેન પાસે ગયો. તેને પણ તેનાથી ઘણો આનંદ થયો અને ત્યારથી એ બંને વચ્ચે ગાઢી મૈત્રી બંધાઇ.

બ્રેડામાં તેના વસવાટનો બાકીનો સમય ઘણો ફળદાયી નીવડયો. લશ્કરી ફરજો તો તેને નહિ જેવી જ કરવાની હતી એટલે તત્ત્વ ચિંતનની વૃત્તિવાળા મિત્રોના નિત્ય વધતા જતા મંડળમાં ગણિતનાં અભ્યાસ અને ચર્ચામાં તે લાગ્યો રહ્યો. બીજી પ્રવૃત્તિઓ જોડે જોડે તેણે સંગીત પર એક પુસ્તક લખ્યું. આ સમયે તેણે લશ્કરી જીવનનો ચોક્કસ રીતે ત્યાગ કર્યો હોત, પણ કુટુંબની પ્રણાલીને લઇ તે એ કારકીર્દિમાં ચાલુ રહ્યો. તેમ છતાં તે બ્રેડાથી તો કંટાળ્યો અને ત્રીસ વર્ષના વિગ્રહની શરૂઆતનો લાભ લઇ તેણે હૉલેંડ છોડયું અને ૧૬૧૯ માં ડયુક ઑફ બાવેરિયાના લશ્કરમાં સ્વયંસેવક તરીકે જોડાયો.

એક મોસમ ડાન્યુબને કાંઠે યુદ્ધમાં લાગ્યા રહ્યા પછી આપણે એને નૌયબર્ગમાં જોઇએ છીએ. અહીં ૧૬૧૯ ના નવેંબરની ૧૦ મી તારીખની રાતે તેને એક અવનવા ભાવનો અનુભવ થયો અને તેથી દાર્શનિક તથા ગણિતવેત્તાની તેની ભવિષ્યની કારકીર્દિનો નિર્ણય થઇ ગયો. કોઇ કારણે એના વિચારો ગણિતની દિશામાં વળ્યા અને એમ માનવા કારણ છે કે અત્યાર સુધી ભિન્ન

મનાતાં બીજગણિત તથા ભૂમિતિ વચ્ચે કાંઈક સંબંધ હોવાનો સંભવ છે એવી રીતનો વિચાર તે કરતો થયો હતો. એક એકને કાટખૂણે આવેલી બે સીધી રેખાઓના ઉલ્લેખથી સપાટ તલમાં આવેલા કોઈ બિંદુના સ્થાનનો નિર્ણય કરી શકાય એવો ખ્યાલ ઓચીંતો તેના મનમાં સ્ફુરી ઉઠ્યો. તેની બળવાન માનસિક દૃષ્ટિ એ પ્રશ્ન તથા તેમાંથી ઉભી થતી બધી શક્યતાઓ પર એકાગ્ર થઈ અને થોડા સમયમાં એ ખ્યાલ તેનો એક જ મનો વ્યાપાર થઈ ગયો. આપણને તે કહે છે તેમ, તે રાતે તેને ત્રણ જુદાં જુદાં સ્વપ્નાં આવ્યાં. એ સ્વપ્નાંને તેણે પોતાના અત્યાર સુધીના જીવનનો સંપૂર્ણ ત્યાગ કરી ગણિતની તર્કપદ્ધતિમાં નવો ચીલો પાડી તેનાથી વિશ્વના રહસ્યનો ઉકેલ શોધી કાઢવાના કાર્યને જીવનકાર્ય તરીકે ઉપાડી લેવાના આંતર્નાદ તરીકે ગણ્યાં છે.

### ૩ હૉલેંડ—વસવાટ

ડેકાર્ટે તેની લશ્કરી કારકીર્દિ તુરત જ ન છોડી દીધી પણ સાથે સાથે તેનો મહાન વિચાર તથા જીવનનો નવો હેતુ પણ તેની નજર બહાર ન રહ્યાં. ૧૬૨૦ ના ઉનાળામાં તે ખૂબ કામમાં રોકાયેલો રહ્યો. પ્રાગ, પ્રેસબર્ગ, ટિનૌ વગેરેના ઘેરામાં તે હાજર હતો. પણ બહુ ઝડપે તેને હવે આ પ્રકારનું જીવન અકારું થવા માંડ્યું હતું, એટલે ૧૬૨૧ માં નોબ્લહૉઉઝેલનો ઘેરો ઉઠતાં તેણે તેની જગાનું રાજીનામું આપ્યું અને ચોક્કસ રીતે યુદ્ધના ધંધાનો ત્યાગ કર્યો. આ વખતે તેની ઉમર ૨૬ વર્ષની થઈ હતી અને તે જીવનમાં ઠરી ઠામ પડ્યો ન હતો. આ પછી પાંચ વર્ષ તેણે પર્યટનમાં ગાળ્યાં અને તે સમયને જોવા જેવી જગાઓ જોવામાં તથા ગણિતના અભ્યાસમાં વહેંચી નાખ્યો.

૧૬૨૬માં તે પારિસ પાછો ફર્યો, પણ ૨૪ વર્ષ પહેલાંના બચપણ

જાતના જીવન હેતુ વગર ભોગવિલાસનું જીવન ગાળતા તે વખતના ડેકાર્ટ કરતાં તે તદ્દન જુદો બની ગયો હતો. પોતાના જુના અડ્ડાઓથી તે દૂર રહેતો અને આંખનાં યંત્રનાં વાદ અને બનાવટમાં તે લાગ્યો રહેતો. આ સ્થળે આપણે યાદ રાખવું જોઇએ કે એ જમાનામાં આંખની શકિત વધારનાર યંત્રોની બનાવટ બહુ આગળ પડતી અને સામાન્ય જનતાનું ધ્યાન ખેંચતી થઇ હતી. થોડાસમયમાં તેની પારિસમાંની હાજરીની જાણ થવા માંડી અને વિજ્ઞાન અને વિદ્યાના રસિક આદમીઓ તેને શોધતા આવવા લાગ્યા. એ બધામાં કાર્ડિનલ દ. બેરૂલ પર ડેકાર્ટની વિચાર સરણીની બહુ અસર થઇ અને તેણે એ વિચારોની અભિવૃદ્ધિ કરવા તથા તેને દુનીઆ આગળ રજુ કરવા પાછળ પોતાનું જીવન ગંભીર રીતે ગાળવાની સફળ આગ્રહ ભરી વિનંતિ કરી. ડેકાર્ટ એમાં સંમત થયો અને એ હેતુની સિદ્ધિને અર્થે હૉલેંડમાં વસવાનો તેણે નિશ્ચય કર્યો, અને ૧૬૨૮ માં તે ત્યાં ગયો. ગણિત અને તત્ત્વજ્ઞાનના વિષયના વૈજ્ઞાનિક પ્રસિદ્ધિકાર તરીકેની તેની સક્રિય કારકીર્દિની શરૂઆત એ વર્ષથી ગણી શકાય.

તેની પદ્ધતિઓ કેવી હતી ? ગિલ્બર્ટ તથા ગેલિલીઓના પ્રયોગ-સંપ્રદાયનો તે સભ્ય નહતો. તેને પ્રયોગ શાળા સાથે બહુ ઝાઝી લેવા દેવા નહતી. તેની પદ્ધતિઓ ખરી રીતે ગણિતવેત્તાની તર્કપદ્ધતિ હતી. તેએક તથ્યની પ્રતિજ્ઞાથી શરૂઆત કરતો અને તેની પર તર્ક કરતો તે પગલે પગલે આગળ વધતો અને એમ ઉત્તરોત્તર તર્કાનુરૂપ દલીલો કરતો તે આખરે એક આખું તર્કપરંપરાનું તંત્ર ઉભું કરતો. એક રીતે જોતાં કુદરતનો ગણિત પદ્ધતિએ અભ્યાસ કરનારામાં તે પહેલ કરનારો હતો. ' કુદરતનાં રહસ્યોને ગણિતના કાયદા જોડે સરખાવી તે એવી આશા બાંધવાની હિંમત કરતો કે એ બંનેનાં રહસ્યનાં તાળાં એકજ કુંચીએ ઉઘેડી શકાશે. ' પોતાના કામની

યેાજનાની ખીલવણી કરવાના કામમાં પેાતાની જાતને યેાગ્ય માર્ગે દેારવા તે કુદરતના વિવિધ પ્રશ્નોને એક ઝાડ સાથે સરખાવતેા. દર્શનશાસ્ત્ર તે ઝાડનાં મૂળરૂપ હતું અને ભૌતિક વિજ્ઞાન તેનું થડ હતું. તેની ત્રણ મુખ્ય શાખાઓ અનુક્રમે બહારની દુનીઆ, માનવ શરીર તથા માનવ વર્તનની ચર્ચા કરતાં યંત્ર, વૈદક તથા નીતિનાં શાસ્ત્ર હતાં અને આજ વિષયોમાં બહુ ચીવટાઇથી તેણે પેાતાની જાતને મર્યાદિત કરી હતી.

હૉલેંડમાં તેણે ચાર સાલ મહેનત કરી તેના પરિણામ રૂપે પેાતે જેને "સીસ્ટીમ ઑફ ધ વર્લ્ડ" એ નામ આપ્યું હતું તે પુસ્તક વ્યવહારૂ રીતે પૂરું કર્યું હતું. પાછળથી તેને બની શકે તેટલા વધારેમાં વધારે પ્રકાશમાં આણનાર 'વમળવાદ' તેમાં આવી જતેા હતેા, છતાં તેણે એ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ ન કર્યું, એમ કરવાનું કારણ જાણવા જેવું છે. ધાર્મિક અદાલત આગળ ગેલિલીઓનેા મશહૂર મુકદ્દમેા ચાલતેા હતેા તથા તેને પરિણામે તેને પેાતાની માન્યતાઓનેા જાહેર ઇન્કાર કરવેા પડયેા હતેા, બસ તેજ અરસામાં ૧૬૩૩ માં એનું એ પુસ્તક પૂરું થવા આવ્યું હતું. ગેલિલીઓ પરના મુકદ્દમાની ખબરથી ડેકાર્ટ ડઘાઇ ગયેા. વીરેાને ઘડવા માટે જોઇએ તેવી માટીનેા તે બનેલેા ન હતેા. ધર્મસંઘ જોડે બાખડવાની મહત્ત્વાકાંક્ષા તેને નહેાતી, તેમજ તેની સત્તા બાબત તેની દિલમાં કેાઇ પ્રકારની ગેરસમજ નહતી. તેને પેાતાના વાદ પ્રિય હતા તથા પ્રસિદ્ધિનેા પણ તેને અણગમેા નહતેા, પણ પેાતાના ખ્યાલેા ખાતર શહીદ થવાની તેને લેશ માત્ર ઇચ્છા નહતી. આથી તેણે પેાતાનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ નહિ કરવાનું નક્કી કર્યું. તેણે ફાધર મર્સેનને લખ્યું કે 'હું કબુલ કરું છું કે પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ પ્રદક્ષિણા કરે છે એ મત ખોટેા હેાય તેા મારા તત્ત્વ વિચારેાનેા બધેા પાયેા પણ તેવેા જ છે, કારણ કે તેનાથી તે વાત સાફ પુર-

વાર થાય છે. એ મત મારા પુસ્તકના દરેક ભાગ સાથે એવો તો ઓતપ્રોત થયેલો છે કે બાકી રહેલા ભાગને ખોટો કર્યા શિવાય હું એને તેમાંથી કાઢી નાંખી શકું એમ નથી; અને જો કે હું માનું છું કે મારા બધા નિર્ણયો બહુ ચોકકસ અને સ્પષ્ટ પૂરાવાના પાયા પર ઉભા છે, છતાં આખી દુનીઆને ખાતર પણ ધર્મસંઘની સત્તા સામે તેમને ' હું કદી રજુ કરી તેનું સમર્થન ન કરૂં.'

પોતાના પુસ્તકની હસ્તલિખિત પ્રત તેણે પહેલાં ધમકી આપતાં કહ્યું હતું તેમ બાળી ન નાંખી, પણ તેને પ્રસિદ્ધ કરવાની મુદત લંબાવી કારણ કે અગિયાર વર્ષ પછી ૧૫૪૪ માં, ધર્મસંઘ તેનો સ્વીકાર કરવામાં સંમત થાય એવી કોઇ વિધિ પોતાને જડી છે એવી માન્યતાને આધારે ' પ્રિન્સીપિઆ ફિલોસોફી ' એ નામ નીચે તેણે એ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. પણ ખરી વાત તો એ છે કે એની એ માન્યતા ખોટી પડી અને મના કરેલાં પુસ્તકોની યાદીમાં એને મૂકવામાં આવ્યું. એમ છતાં ય તે બહુ બહોળી પ્રસિદ્ધિ પામ્યું.

ડેકાર્ટના ' વમળવાદે ' તત્ત્વજ્ઞાનની દુનીઆમાં ખૂબ ખળભળાટ મચાવી મૂકયો. એ વાદ મુજબ દ્રવ્યમાત્રમાં વિસ્તાર, અભેદ્યતા તથા જડત્વ એવા ત્રણ ગુણોનું આરોપણ કરવામાં આવ્યું હતું. ડેકાર્ટનું એવું કહેવું હતું કે આવા ધર્મોવાળું દ્રવ્ય અવકાશ માત્રને ભરી દેછે. આ તેનો પહેલો મુદ્દો હતો. તેનો બીજો મુદ્દો એવો હતો કે આ દ્રવ્યનો દરેક અંશ ગતિવાન છે અથવા આપણે કલ્પી શકીએ એવી દરેક દિશામાં ગતિવાન થવાની શકયતાવાળો છે. આ પાયા પરથી આગળ દલીલ કરતાં તે એવો મત ધરાવતો હતો કે ગતિઓનાં આ પ્રકારનાં મિશ્રણને લઇને સીધી લીટીમાં ગતિ થવાનું તદ્દન અશકય હતું. ઉલટું એવી સીધી લીટીમાં થતી ગતિની દિશામાંથી આડા ખેંચાઇ જવાનું ચાલુ વલણ જોવામાં આવતું હતું. બીજા શબ્દોમાં

કહીએ તો વર્તુલાકાર ગતિનું એટલે પરિણામે કેંદ્રોત્સારી બળના નામથી ઓળખાતો ચમત્કાર થાય એવું વલણ જોવામાં આવતું હતું.

આનાથી એક પગલું આગળ વધતાં વમળોના જૂથની કલ્પના આવીને ઉભી રહે છે. દ્રવ્યના હલકા ભાગ ખરા વમળમાં આવી જતા અને તેના ભારે ભાગ તે વમળની અંદર શુદ્ધતા તરતા રહેતા. દરેક વમળમાં ગોળ ગોળ ગતિ થયા કરે તે ઉપરાંત તે આખો વમળ તેના ભારે તરતા પિંડ સાથે આખો ને આખો ગોળ પ્રદક્ષિણા માર્ગમાં ફરતો રહે. આખું વિશ્વ આ અસંખ્ય વમળોનું બનેલું હતું અને તે બધા એક એકની ગતિને મર્યાદિત કરતા હતા અથવા તેને અમુક મર્યાદિત કુંડાળામાં રૂંધી રાખતા હતા.

આ વાદ સૂર્યમંડળને લાગુ પાડતાં ડેકાર્ટ એવો મત ધરાવતો હતો કે પૃથ્વી તેમ જ બધા ગ્રહો, એક મોટા વમળમાં ગોળ ફરે છે અને એ વમળનું મુખ્ય ઘટ્ટ બિંદુ સૂર્ય છે. વમળના હલકા ભાગ રૂપે તે વમળના બહારના ભાગમાં ગોળ ગોળ ફરતા ગ્રહો સાધારણ રીતે દબાણ કરે તેની અસર તે ગ્રહોને સૂર્ય તરફ ખેંચવાની એટલે તે સૂર્યમાં ઉડી પડે એવું કરવાની છે. સામાન્ય રીતે ઉપર જણાવેલા બળથી ઉલટી દિશામાં અને તેના જેટલા જ બળથી કામ કરતાં કેન્દ્રોત્સારી બળથી એકંદર સમતોલન થઇ જતું હતું. એ જ રીતે દરેક ગ્રહ પોતે એક નાના વમળના ઘટ્ટ બિંદુ રૂપ હતો.

આ વાદનો સર્વત્ર, ખાસ કરીને ઇંગ્લેંડમાં બહુ આદરતાથી સ્વીકાર થયો એ બીના ખરેખર બહુ ધ્યાન ખેંચે એવી છે. એ તો જોઇ શકાયું હશે જ કે આ વાદ આખરે તો ગોળ પ્રદક્ષિણા માર્ગની કલ્પના સુધી જ આપણને લઇ જાય છે, અને કેપ્લરે બાંધી શંકા-

ઓથી પર થાય એવી રીતે ગ્રહોની ગતિઓના તેના નિયમોને ચોક્કસ રીતે સ્થાપ્યા હતા. દેખીતી રીતે ડેકાર્ટના વાદમાં એવું કંઇ હતું જેનાથી તે સમયની તત્ત્વ ચિંતનની ભૂખ ભાંગતી હશે. કેપ્લરે કાંઇ પણ સમજૂતિ આપ્યા વગર લુખાં તથ્યો રજુ કર્યાં હતાં જ્યારે આ વમળવાદમાં તો પૂરી સમજૂતિ સાથે તેજ તથ્યો રજુ કરવામાં આવ્યાં હતાં. ડેકાર્ટના વમળવાદની આ વિશિષ્ટતા હતી. આની મનુષ્યોની કલ્પના પર બહુ પ્રબળ અને સચોટ અસર થઇ.

આજે તો ડેકાર્ટનો વાદ વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યના સંગ્રહસ્થાનમાં એક જુના નમૂના રૂપ છે, અને આજે જો કે તેનો ત્યાગ કરવામાં આવ્યો છે, છતાં તે વખતે તો તેણે બહુ ઉપયોગી હેતુ સાધ્યો. કૉપર્નિકસના સમયથી ઍરિસ્ટૉટલના સંપ્રદાયને છિન્નભિન્ન કરવાના યત્ન ચાલુ હતા પણ તેવા યત્નનો હજુ સાર્વત્રિક સ્વીકાર થયો નહતો. તે બધા યત્નો છતાં ઍરિસ્ટૉટલની સત્તા જેવી ને તેવી ચાલુ જ હતી. પણ ડેકાર્ટના વમળવાદથી બહુ જાણવા જેવો ફેરફાર થયો. દરેકજણે તેનો સ્વીકાર કર્યો અને એક પેઢી જેટલા સમયમાં તો સૌ વિદ્યાપીઠોમાં તેનું શિક્ષણ અપાવા માંડયું.

## ૪ કૅાર્ટેઝિયન ગણિતશાસ્ત્ર.

૧૬૩૭ માં લેડન મુકામે ડેકાર્ટે એક પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. તેમાં પૃથક્કરણાત્મક ભૂમિતિની એણે કરેલી શોધનો સમાવેશ થતો હતો. એનું પૂરું ફ્રેંચ નામ બહુ લાંબું છે, પણ સામાન્ય રીતે 'ધ ડિસ્કોર્સ' એ રીતે તેનો ઉલ્લેખ થાય છે.

એ પુસ્તકના પહેલા ભાગમાં ગણિતની ચર્ચા નથી પણ દષ્ટિશાસ્ત્રની છે એટલે એ વિષયમાં તેણે આપેલા વધારે અગત્યના ફાળાની આપણે અહીં નોંધ લઇએ એ વ્યાજબી ગણાશે. તેણે વક્રીભવનનો પ્રશ્ન ઉપાડી લીધો અને હાલમાં 'સ્નેલના કાયદા'ના નામથી

જાણીતો થયેલો નિયમ તેણે જાહેર કર્યો. એવી સૂચના કરવામાં આવી છે કે એ નિયમ તેણે સ્નેલ ઉપરથી લીધો હતો.

ત્યારબાદ ડેકાર્ટે ગોળદળકાચના કેંદ્રના પ્રશ્નની ખોજ કરી. ગોળદળકાચનું કેંદ્ર શોધવાની જે સાધારણ સારણી છે તેનો આધાર એવી માન્યતા પર છે કે તેની પર પડતાં બધાં કિરણ તેની ધરીની બહુ પાસે પાસે આવેલાં હોય. ખરી વાત તો એવી છે કે ગોળદળ કાચને ખરું કેંદ્રબિંદુ હોતું જ નથી. પણ તેને સ્થાને એક કેંદ્ર પ્રદેશ હોય છે. ખરેખરૂં કેંદ્રબિંદુ આપનારા દલકાચની આકૃતિ કેવી હોવી જોઇએ તે શોધવા ડેકાર્ટ મથ્યો. એની તપાસણીને અંતે તેને જણાયું કે તે ચોથા પરિમાણની વક્રાકૃતિ છે અને કેટલાક પ્રસંગોમાં બીજા પરિમાણની વક્રાકૃતિ એટલે કે શંકુ આકૃતિ છે. એમ છતાં એવો દલકાચ તૈયાર કરવાની બાબતમાં બહુ અડચણો નડતી હોવાથી ડેકાર્ટની એ શોધ તે સમયમાં કોઇપણ રીતે વ્યવહારોપયોગી થઇ શકી નહિ.

વળી ડેકાર્ટે મેઘધનુષ્યના દર્શનના પ્રશ્નને પણ હાથમાં લીધો હતો. મુખ્ય ધનુષ્યને લાગે વળગે છે ત્યાં સુધી તેની સમજૂતી ૧૬૧૧ માં સ્પાલાટ્રોના વડા ધર્મગુરુ એન્ટોનીઓ ડિ ડોમિનિસે તેનો ' ડી રેડિયસ વિસસ એટલુસિસ '' નામના પુસ્તકમાં આપી હતી. હવે મેઘધનુષ્યના ચમત્કારનું કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરનારા બધા જાણે છે કે સાધારણ પ્રકાશિત ધનુષ્યની ઉપર એક બીજું ધનુષ્ય જોવામાં આવે છે જે કેટલીકવાર બહુ ઝાંખું પણ કેટલીકવાર તદન સાફ જોઇ શકાય એવું હોય છે અને " ગૌણધનુષ્ય "ના નામે ઓળખાય છે. આ ગૌણધનુષ્યની સમજૂતિ આપવામાં ડેકાર્ટ સફળ થયો અને તેને પેદા કરનાર કિરણોના માર્ગ તેણે ચોક્કસ રીતે ચીતરી બતાવ્યા.

હવે આપણે ' ડિસ્કોર્સ 'નાં ગણિત વિભાગ તરફ ફરીશું. એ ભાગ ડેકાર્ટે શોધેલા પૃથક્કરણાત્મક ભૂમિતિના સિદ્ધાંતને ચર્ચે છે. એનેા મૂળગત મુદ્દો એ છે કે બે સ્વેચ્છાએ પસંદ કરેલી ઉલ્લેખ રેખાઓથી અમુક બિંદુનાં લંબ અંતર આપણે જાણીએ તેા તે રેખાઓ જે તલમાં હેાય તેની અંદર. તેનું સ્થાન પૂર્ણ રીતે આપણે નક્કી કરી શકીએ. સામાન્ય રીતે क्ष અને य એવી સંજ્ઞાઓથી સૂચવાતાં એ લંબ અંતર તે બિંદુની નિયામક રેખા ( કેા–ઓર્ડિનેટસ ) કહેવાય છે અને તે જો આપવામાં આવેલાં હેાય તેા કેાઇ જગાના અક્ષાંશ અને રેખાંશ જાણતાં પૃથ્વીની સપાટી પર તેનું સ્થાન નક્કીપણે જાણી શકાય છે તેમ અમુક તલમાં આવેલા તે બિંદુના સ્થાનનેા નિર્ણય ચેાક્કસ રીતે કરી શકાય છે.

ધારેા કે અમુક બિંદુ વિષે આપણને એટલું જ કહેવામાં આવ્યું છે કે એની એક લંબ અંતર રેખા હમેશાં બીજી કરતાં બમણી છે એટલે क्ष, ૨ य ની બરાબર છે તેા બીજગણિતનાં કથનની પદ્ધતિએ આપણે આ હકીકતને क्ष=૨ य એ રૂપમાં મૂકીએ.

હવે ડેકાર્ટની બે ઉલ્લેખ રેખા ओक्ष અને ओय ને ઉદ્દેશી આવા બિંદુને બતાવવાનેા આપણે યત્ન કરીએ. આ પ્રશ્નના ઉકેલ માટે આપણી પાસે માત્ર એક જ હકીકત છે અને તે એ કે क्ष=२य હવે આપણને એમ જણાય છે કે આ શરત પાળતાં प १, प २, प ३ વગેરે ઘણાં બિંદુઓ છે અને આપણે તુરત જોઇ શકીએ છીએ કે બધાં બિંદુ ओ માંથી પસાર થતી અને ओक्ष ઉલ્લેખ રેખા જોડે અમુક ચેાક્કસ ખૂણેા કરતી રેખા પર આવેલાં છે.

આ સીધી લીટી એ क्ष=२य એવાં ગણિતના કથનનું ભૌમિ-

તિક સ્વરૂપ છે. એથી ઉલટ રીતે એક સીધી લીંટી એવી છે કે તેની પરના દરેક બિંદુની क्ष લંબ અંતર રેખા તેની य લંબ અંતર રેખા કરતાં બમણી છે એવા ભૌમિતિક તથ્યનું क्ष=२य એ બીજ ગણિતના રૂપમાં કથન છે, અત્યાર સુધી અલાહેદા મનાતા બીજ ગણિત તથા ભૂમિતિના વિષયોને એક રૂપ કરવામાં ડેકાર્ટ કેવી રીતે ફતેહમંદ થયો તે આ ઉપરથી આપણને સમજાય છે.

એક બીજું દૃષ્ટાંત લઇએ. ધારો કે અમુક બિંદુની લંબ અંતર રેખાઓ આપણને આપવામાં આવી નથી. પણ આપણને એમ કહેવામાં આવેલું છે કે તે બિંદુ એવું છે કે તેની બે લંબ અંતર રેખાઓના વર્ગનો સરવાળો હમેશાં એક જ આવે છે. દાખલા તરીકે ધારો કે આપણને એમ કહેવામાં આવ્યું છે કે $क्ष^2+य^2=२५$ તો એતો સ્પષ્ટ છે કે ओ કેંદ્ર તથા ૫ એકમ ત્રિજ્યા વાળા વર્તુલ પરનું કોઇપણ બિંદુ એ શરતો સંતોષી શકશે. કારણ કે આકૃતિ ૫૬ માંના पओम જેવા એક કાટખૂણ ત્રિકોણનો આપણે વિચાર કરીએ કે જેમાં पम રેખા य ની બરાબર હોય અને ओम રેખા क्ष ની બરાબર હોય તો હંમેશાં

$$ओप^2=ओम^2+पम^2$$
$$=क्ष^2+य^2$$

અને ओप=५ હોય તો $ओप^2=२५$ થાય અને એ જ આવેલી શરત છે. અહીં પણ આપણે કહી શકીએ કે $क्ष^2+य^2=२५$ એ સમીકરણ એ એક ભૂમિતિ તથ્યનું બીજ ગણિતની રીતે દર્શાવવાનું રૂપ છે એટલે કે ૫ એકમ ત્રિજ્યાવાળું વર્તુલ અથવા આપણે એમ કહી શકીયે કે એનું વર્તુલ દોરવું એ $क्ष^2+य^2+२५$ એવા બીજ ગણિતના એક તથ્યને ભૂમિતિની રીતે દર્શાવવાની રીત છે.

પણ પૃથક્કરણાત્મક ભૂમિતિને બીજ ગણિતની પદ્ધતિની

ક્રિયા માત્ર છે એમ કહેવું એ ભૂલ છે. ખરી રીતે તો એ બે વિષયોને સાંકળી દઇ ગણિત તપાસણીની એક નવી શાખા એથી ઉભી કરવામાં આવી છે એટલે $क्ष^2+य^2=२५$ એ એક વર્તુલ છે એમ આપણે કહીએ અને તે એક સમીકરણ છે એમ કહીએ તે બંને સરખું છે. તે વર્તુળ છે અને ગણિતના અભ્યાસીને 'વર્તુલ' શબ્દથી જે માહીતિ મળે છે તે બધી આડકતરી રીતે એનાથી પણ મળે છે. વર્તુળનો જે કોઇ ખાસ ધર્મ બહુ કાળજીથી દોરેલા વર્તુલથી બતાવી શકાય તેટલો જ ચોકકસ પણે કોઇ જાતની આકૃતિ દોર્યા વગર સીધી બીજ ગણિતની વિધિઓથી પણ બતાવી શકાય છે.

આ વિચાર સરણીની ડેકાર્ટે કરેલી ખીલવણીની કે તેણે તેને વર્તુળ સ્પર્શ રેખાને તે લાગુ પાડી છે એ બાબતની વધારે ચર્ચા કરવાની જરૂર નથી. મુખ્ય વાત તો ગણિતની તપાસણીમાં તેણે આપેલા એક મૂળ ગત ખ્યાલના ફાળાની જબરજસ્ત કિંમતની કદર કરવાની છે. એને લીધે જ એને આ પુસ્તકમાં સ્થાન આપવામાં આવ્યું છે.

## ૫ ડેકાર્ટની પાછલી જીંદગી

૧૬૩૭ માં એના ' ડિસ્કોર્સ 'ની પ્રસિદ્ધિ પછી, ડેકાર્ટ સ્થિર પગલે કામ કરતો જ રહ્યો અને ૧૧૪૧ માં એણે એનું ' મેડિટેશન્સ ' નામનું પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું અને ૧૬૪૪ માં ' પ્રિન્સિપીઆ ફીલોસોફી ' પ્રકટ કર્યું. વાચકને યાદ હશે કે આ ઉલ્લામાં તેનો મશહૂર ' વમળ વાદ ' આવેલો હતો અને તેના વતન ફ્રાંસમાં જ તેને એવો તો ઉત્સાહ ભર્યો આવકાર મળ્યો કે ફ્રેંચ સરકારે તેને તેની મહેનતના પારિતોષિક તરીકે એક સાલીયાણું બાંધી આપ્યું.

ડેકાર્ટ હવે ગંભીર પણે તેનું જીવન વીતાવી રહ્યો હતો. વાચકને એ

# સર આઈઝાક ન્યુટન

## સત્તરમા સૈકામાં વિજ્ઞાન

સત્તરમા સૈકાની અધવચમાં વિજ્ઞાનની શી સ્થિતિ હતી તેનું સરવૈયું કાઢવા આપણે થેાડો સમય અટકીશું. સારે નસીબે સેા વર્ષ પહેલાં હતી તેનાથી વિજ્ઞાનની સ્થિતિ તે સમયે ખરે બહુ જુદી હતી. વધારે પ્રગતિને માટે તે તે સમય કરતાં ઘણી વધારે અનુકૂળ હતી. એરિસ્ટૉટલની પ્રણાલીનેા સદંતર ભંગ થયેા એ તે ગાળાની સૌથી આગળ પડતી બીના છે. ૧૫૪૩ માં તેના મરણના વર્ષમાં કૉપર્નિકસના ' ડી રેવેાલ્યુશનિબસ ઓર્બીયમ સીલેશિયમ 'ની પ્રસિદ્ધિ એ જુનીઃપ્રણાલી પર હુમલેા કરતાં બળેાના પહેલેા ચેતવણીનેા ધડાકેા હતેા. ત્યારબાદ એકસેા વર્ષ સુધી, પ્રથમ કૅપ્લર અને તેના અનુયાયીઓએ અને પાછળથી યુરોપની ખંડભૂમિ પર ગેલિલીઓની આગેવાની નીચેના તત્ત્વ દર્શનના પ્રયેાગ-સંપ્રદાયે અને ઇંગ્લેંડમાં ગિલ્બર્ટે એ વિગ્રહ ચાલુ રાખ્યેા હતેા. અંધ મતાગ્રહેા સામે બુદ્ધિવાદની એ મહામુશ્કેલ લડત હતી. મતાગ્રહનું બળ બહુ મજબૂત હતું છતાં બુદ્ધિવાદનેા તર્ક તેનાથી વધારે મજબૂત હતેા. એનું પરિણામ એતેા માત્ર સમયનેા જ પ્રશ્ન હતેા. દુનીઆ નવા સિદ્ધાંત માટે તૈયાર હતી, અને ડેકાર્ટના ' વમળવાદ 'ની કેવી પ્રબળ અસર થઇ તે આપણે જોયું છે. કૅપ્લર ગેલિલીઓ અને ગિલ્બર્ટે કરેલા ખેાજ, પ્રયેાગ અને અવલેાકનના પ્રારંભિક ખેાદ કામ પછી એરિસ્ટૉટલ સંપ્રદાયને ઉથલાવી નાંખવાનું આખરી કાર્ય તથ્ય કે પ્રયેાગમાં જેનેા પાયેા નહતેા અને જે

પાછળથી નકામી શુષ્ક કલ્પના ગણાઇ, છે તેનાથી થયો એ બીના ખરેખર વિચિત્ર છે.

આ સમયે કુદરતની વૈજ્ઞાનિક તપાસણીના ક્ષેત્રમાં લોકો ઊંડો રસ લેતા થયા હતા એ વાતનો કાંઇ પ્રશ્ન જ નથી. વિજ્ઞાનના રસની લોકોમાં અભિવૃદ્ધિ થઇ તે ખાસ કરીને ઇંગ્લેંડમાં ફ્રાંસિસ બેકન અને ફ્રાંસ તથા હોલાંડમાં રેને ડેકાર્ટ એ બે આદમીઓના લખાણોને આભારી હતી એ નિ:સંદેહ વાત છે. વૈજ્ઞાનિક વિચારણાના નેતા તરીકે ફ્રાંસિસ બેકનના ગુણનો પ્રશ્ન ભારે ચર્ચાનો વિષય થઇ પડયો છે. એ જાતે વિજ્ઞાની નહતો પણ તેના 'નોવમ ઓર્ગેનમ' માં વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ વિષે લખેલું છે અને તેની ધારણા મુજબ વૈજ્ઞાનિક તપાસણીની વિધિ જેને અનુસરી થવી જોઇએ તેવા સિદ્ધાંતોની વિશાળ યોજના તેણે મુકરર કરી છે. તેની યથાર્થ કિંમતની વાત એક બાજુ રાખીએ તો પણ તેનાં લખાણ બહુ બહોળી પ્રસિદ્ધિ પામ્યાં હતાં અને તેણે એટલું બધું લક્ષ ખેંચ્યું હતું કે તેનો અડસટો આપણે ઓછો આંકવો ન જોઇએ. ફ્રાંસિસ બેકને વિજ્ઞાનને માટે આમ જનતાને સારી પેઠે કેળવી એ તો નિ:સંદેહ વાત છે. વળી શોધખોળની બાબતમાં રસ જાગ્રત કરવામાં તેણે આપેલા કિંમતી ફાળાથી કુદરતના અભ્યાસીઓનો કાંટાળો માર્ગ કાંઇક અંશે સરલ થઇ ગયો.

ડેકાર્ટે પણ તેના 'ડિસ્કોર્સ ઑન મેથડ' એ પુસ્તકમાં યુરોપ ખંડ પર વૈજ્ઞાનિક તપાસણીના વિષયને તેટલો જ વેગ આપ્યો. તેણે બહુ સ્પષ્ટ રીતે અને સફળતાથી શીખવ્યું કે કોઇ કથન ભૂતકાળમાં કોઇ સત્તાધારી અથવા પ્રમાણભૂત વિદ્વાને કરેલું છે તે કારણે તે ખરું જ હોવું જોઇએ એમ કાંઇ નથી.

આ ગાળામાં ઇતિહાસમાં પહેલી જ વખતે જુદાં જુદાં યુરોપીય

કેંદ્રોમાં મૈત્રી ભરી ચર્ચા તથા વાદને અર્થે નત્ત્વચિંતનની વૃત્તિવાળા આદમીઓને એકત્ર કરવા માટે વિવિધ વિદ્વત્સભાઓ ઉભી થઇ એ બીના તે જમાનાના સૂચકચિન્હ રૂપ છે. આવી રીતે ૧૬૦૩ માં માર્કીઝ ફેડેરિગો કેસિના આશ્રય નીચે ઇટાલીમાં લિન્સીયન સોસાઇટીની સ્થાપના થઇ. ગેલિલીઓ પોતે તે મંડળનો સક્રિય સભ્ય હતો. કેટલોક સમય હીન દશામાં રહ્યા બાદ તેની પછી ભૌતિક વિજ્ઞાનીઓનો પ્રખ્યાત ફ્લૉરેન્ટાઇન સંપ્રદાય આવ્યો. ૧૬૫૭ માં તેમણે ભેગા મળી એકેડેમીઆ ડેલ સાઇમેન્ટોની સ્થાપના કરી. વિવિઆની ટોરીસેલી જેવાં યશસ્વી નામો તેમ જ તેમની શિષ્યમંડળી એ મંડળમાં જોડાયેલાં હતાં. ફ્રાંસમાં ૧૬૬૬ માં લુઇ ૧૪ માના અમલમાં ' રૉયલ એકેડેમી ઑફ સાયન્સીઝ 'ની સ્થાપના થઇ હતી અને લગભગ એ જ અરસામાં ' ઇન્સિટ્યુટ ઑફ બોલોના ' પણ ઉભું થયું છે.

આવી સંસ્થાઓ ઉભી કરવાની વાતની ફ્રાન્સિસ બેકને તેના લખાણોમાં પહેલી હિમાયત કરી હતી એટલે ઇંગ્લેંડમાં પણ તેવું વિદ્વાનોનું મંડળ બહુ વહેલું ઉભું થવા પામ્યું તે જરાય આશ્ચર્યની વાત નથી. ૧૬૪૫ માં ઓક્સફર્ડમાં કેટલાક આદમીઓ એવી રીતે ભેગા થવા માંડયા. ૧૬૬૨ માં રાજા ચાર્લ્સ બીજાના એક સરકારી સ્વીકારપટા નીચે ' રોયલ સોસાઇટી ફૉર ધી એડવાન્સમેંટ ઑફ લર્નીંગ ' એવા મંડળની સ્થાપનાને અર્થે તેઓ લંડનમાં એકઠા થયા હતા.

અંતમાં એ બીનાનો નિર્દેશ કરવાનો રહે છે કે આ ગાળામાં અવલોકનાત્મક ખગોળની અગત્ય સ્વીકારાઇ અને ૧૬૭૫ માં ગ્રીનિચની અને ૧૬૬૭ માં પેરિસની એમ બે મોટી રાષ્ટ્રીય વેધશાળાઓની સ્થાપના થઇ.

આવા સંજોગોમાં સત્તરમા સૈકાના મધ્યભાગમાં જ્ઞાનની શોધ પોલાઇને આગળ વધી. આથી એજ સૈકાનો પાછલો અર્ધો ભાગ તથા અઢારમા સૈકાનો આરંભનો ભાગ ગણિત અને ભૌતિક વિજ્ઞાનમાં ઘણે મોટે ડગલે થયેલી પ્રગતિ રૂપી ખાસ લક્ષણવાળો વૈજ્ઞાનિક સક્રિયતાનો યુગ નીવડયો તેમાં કાંઇ આશ્ચર્ય પાંમવા જેવું નથી. એજ ગાળામાં પ્રથમ પંક્તિના ગણિતવેત્તા તથા તત્ત્વવેત્તાઓનું એક તેજસ્વી નક્ષત્ર મંડળ ઉગ્યું થયું. ઇંગ્લેંડમાં બૉઇલ, હૂક અને હેલી તથા ખંડ પર લાઇબ્નિઝ, હ્યુઘેન્સ, ટૉરિસેલિ, પાસ્કલ, કેસિનિ અને ગુરિક વગેરે તેમાંના થોડા છે. પોતાના બધા સમકાલીનોથી આખો જુદી તરી આવતો, દિવાદાંડીના મિનારા જેવો, મહાકાયોનો મહાકાય, અને જેની પ્રતિભા તથા દુનીઆના જ્ઞાન ભંડારમાં જેણે આપેલો ફાળો, ભૂતકાળના કોઇપણ વિજ્ઞાનીની સરખામણીમાં અપ્રતીમ છે એવો તત્ત્વજ્ઞાનીઓનો રાજા સર આઇઝાક ન્યુટન હતો.

## ૨. ન્યુટનની બાલ્યાવસ્થા

ન્યુટનો લિંકનશાયરના સ્વતંત્ર ખેડૂતો હતા અને તેમની વંશાવળી છેક પંદર સૈકા સુધી પહોંચતી હતી. તેમનું વતન કાંઇ બહુ મોટું નહતું, પણ જે કાંઇ હતું તેની બહુ કાળજીથી વ્યવસ્થા કરવામાં આવતી હતી અને પેઢી દર પેઢી પિતાથી પુત્રને વારસામાં જતી હતી. ગ્રંથામ પાસે વૂલ્સથોર્પની જાગીરમાં તે આવેલી હતી અને અહીંજ ૧૬૪૨ ના નાતાલને દિવસે, ગેલિલીઓ મરણ પામ્યો તેજ વર્ષમાં તેનો જન્મ થયો હતો. કમનશીબે તેનો પિતા તેના જન્મ પહેલાં થોડાજ સમય પર છત્રીશ વર્ષની ભરજુવાન વયે મરણ પામ્યો હતો, એટલે આઇઝાકની ઉછેરની જવાબદારી બધી તેની માને માથે આવી પડી.

તે કાંઇ બહુ તંદુરસ્ત બાળક નહતો. એક કરતાં વધારે વાર

તેને અભ્યાસ માટે બહુ થોડો સમય મળશે. એટલે એ પોતે કાંઈ જ બોલતો નહિ. દર અઠવાડીએ ગુજરીને દિવસે એની મા તેને એક જુના નોકર જોડે ખેતર માટે વેચાણ ખરીદ કરવા ગ્રંથામ મોકલતી, ત્યારે પોતાનાં પુસ્તક અને નમૂના માટે તે થોડા કલાક છાની છપરી રીતે કાઢી લેતો. એમ દેખાય છે કે તેણે તે જુના નોકરને હાથમાં લઈ લીધો હતો. ગુજરી જતાં રસ્તે કોઈ સગવડ પડતે સ્થળે તેને મૂકી એકલા ગ્રંથામ જવાનું તે તેને મનાવી શકયો હતો.

તેની મા તેના આ વિદ્યાવ્યાસંગના વલણને કદાચ નહિ જોઈ શકી હોય, પણ તેણે એટલું તો જોયું કે તેનામાં સારા ખેડુત થવાનાં લક્ષણ નહતાં. હવે શું કરવું તે બાબતની મુંઝવણ થવાથી તેણે પોતાના એક દૂરના ભાઈનાં સલાહ અને મદદ માગ્યાં. એ ગૃહસ્થ એક પાદરી હતો. તેણે વાતચીત કરવા માટે આઈઝાકને શોધવા માંડયો. તેણે એમ માન્યું હતું કે તે ખેતરમાં ખેતી કરતો હશે, પણ તેને બદલે તેણે તેને ગણિતનું એક પુસ્તક વાંચતો જોયો. તેને ખેતીના ધંધામાં રસ લેતો કરવો એ અશકય છે એ સમજવા જેટલી બુદ્ધિ તેનામાં હતી, એટલે પોતાની બેન જોડે તેને પાછળથી જે વાતચીત થઈ હશે તેને પરિણામે આઈઝાક ન્યુટનને પાછો ગ્રંથામની નીશાળમાં દાખલ કરવામાં આવ્યો. આ વખતે તો કેમ્બ્રિજ જઈ વિદ્યાપીઠની કારકીર્દિ માટે તૈયાર થવાનાં ચોકકસ હેતુથી જ તેને નિશાળે મૂકવામાં આવ્યો હતો, એટલે તે સમયની શાળાઓમાં ચાલતા શિષ્ટ પ્રાચીન સાહિત્યના સામાન્ય અભ્યાસક્રમને અનુસરી તે ભણવા લાગ્યો. ૧૬૬૦ માં અઢાર વર્ષની ઉમરે પોતાના મુખ્ય શિક્ષક તથા સહાધ્યાયીઓની શુભેચ્છા સાથે તેણે ગ્રંથામ છોડયું અને કેમ્બ્રિજની ટ્રિનિટી કૉલેજમાં તે દાખલ થયો.

## ૩ કેંબ્રિજમાં.

અત્યાર સુધી પોતાની મહાન બુદ્ધિ બતાવવાનો અવસર તેને મળ્યો ન હતો. એ બહુ સંભવિત છે કે તેને પોતાને પોતાની માનસિક શક્તિઓનું ભાન નહતું થયું. એમ છતાં હવે તેને જોઇતો અવસર મળી ગયો. વ્યાખ્યાનો તેને બહુ ઉપયોગી નહતાં. વ્યાખ્યાનોની યોજનામાં નક્કી કરેલી ગતિ કરતાં બહુ વધારે વેગે તેનું મન કામ કરતું હતું. યુક્લિડનાં ' મૂળ તત્વો 'થી શરૂ કરી તેણે અમુક પુસ્તકોની શ્રેણી વાંચી નાંખી. યુક્લિડનાં ' મૂળ તત્વો ' એને બહુ સહેલાં લાગ્યાં. કૅપ્લરના ' ઑપ્ટિક્સ 'માં પણ તેને ઝાઝી મુશ્કેલી નડી નહિ. પછીથી તેણે ડેકાર્ટની ' ભૂમિતિ ' હાથમાં લીધી અને તેમાં પણ તે સારી રીતે પારંગત થયો, જો કે તે કબુલ કરે છે કે તેમ કરવું તેને જરા અઘરું તો લાગેલું જ.

આ પછી તેણે બીજાં પુસ્તકો વાંચવા લીધાં. હવે તો તેને પોતાની શક્તિની એટલી ખાત્રી થઇ હતી કે તે કાંઇક વિવેકબુદ્ધિ પૂર્વક પુસ્તકો વાંચતો. તેનાં ચર્ચા તથા ટીકાઓ હાંસીઆમાં તેણે કરેલી ટુકી નોંધોના રૂપમાં જોવામાં આવતાં હતાં. અને તેવી નોંધોથી તેણે વાંચેલી ચોપડીઓમાં મળતી બધી કોરી જગ્યા ભરાઇ ગએલી જોવામાં આવતી હતી.

ડૉ. આઇઝાક બૅરો નામના ગણિતના લ્યુકાસિયન અધ્યાપકના હાથ નીચે ન્યુટન કામ કરતો હતો. તે આગળ પડતો ગણિતશાસ્ત્રી હતો અને બહુ ઝીણવટવાળો વિજ્ઞાની હતો. ન્યુટનની નજરે ચડે એવી તીવ્ર બુદ્ધિ પારખતાં તેને બહુ સમય લાગ્યો નહિ. તેણે ન્યુટનને પોતાને વારંવાર મળવા તથા તેણે કરેલા કામની ચર્ચા કરવા ઉત્તેજ્યો. પાછળથી વિજ્ઞાનની દરેક શાખામાં વિપ્લવ-કારી ફેરફાર કરનાર ઉચ્ચ ગણિતની ' કેલક્યુલસ 'ની શાખાની

નવી શોધમાં ન્યુટન તથા બૅરો વચ્ચે થયેલી ગાઢ મૈત્રીની બહુ ઊંડી અસર થયેલી છે.

પહેલાનાં થોડાં વર્ષ તો તે ગણિતના અભ્યાસમાં જ લાગી રહ્યો હતો. તે બહુ ફળદાયી વર્ષો હતાં. પણ અત્યારે તો તેણે ગણિતમાં કરેલી શોધોની નોંધ કરવાનું મુલતવી રાખીશું. બાવીશ વર્ષની વયે તેણે બી. એ. ની ઉપાધિ મેળવી. એક વર્ષ બાદ ૧૬૬૫ માં પ્લેગનો ઉપદ્રવ ફાટી નીકળતાં થોડા સમય માટે વિદ્યાપીઠ બંધ રાખવામાં આવી આથી ન્યુટન વૂલ્સથોર્પમાં આવેલા પોતાના ઘરની શાંતિ ભોગવવા નિવૃત્ત થયો અને ૧૬૬૭ સુધી ત્યાં જ રહ્યો.

આ ગાળા દરમિયાન તેણે ગુરુત્વના વિષય પર તર્ક દોડાવવાની દિશામાં પોતાનું લક્ષ દોર્યું, આને પરિણામે સાર્વત્રિક ગુરુત્વનાં વ્યસ્ત વર્ગના જાણીતા નિયમની પ્રતિષ્ઠા અસ્તિત્વમાં આવી અને તેને પરિણામે પાછળથી કૅપ્લરે શોધેલા પણ જેની સમજૂતિ આપવા તે શક્તિવાન નહતો થયો તે ગ્રહોની ગતિના ત્રણ કાયદાના ચોકકસ પૂરાવા આપવા શક્તિવાન થયો હતો.

૧૬૬૭ માં પોતાની કૉલેજનો હવે વિદ્યાર્થી–શિક્ષક થએલો ન્યુટન ત્રિનિટી પાછો ફર્યો, અને ગણિત, દૃષ્ટિશાસ્ત્ર તથા ગ્રહગણ-શાસ્ત્રની ખોજમાં આગળ વધ્યો. તેના ફળદ્રુપ ભેજાએ જેનો ઊકેલ કરવાનું કામ હાથ ધર્યું ન હોય એવો બહુ થોડી બાબતો હશે. તેની વાણીમાં તેણે મેળવેલી સિદ્ધિ એવી હતી કે બીજા પણ નામનાવાળા આદમીના પ્રસંગમાં જગતના જીવન કાર્ય કરતાં બહુ વધારે ગણી શકાત. ડિફરેન્શિયલ કેલક્યુલસ, પરાવર્તક દૂરબીનને પૂર્ણ સ્થિતિએ પહોંચાડવું, સૂર્યકિરણના પૃથક્કરણની શરૂઆત, સાર્વત્રિક ગુરુત્વનો કાયદો, આ બધી શોધખોળો

તેણે મુંગા મુંગા અને ધમાલ ધાંધલ કર્યા વગર કરી હતી. તેની નોંધોનો થોકડો બહુ મોટો થયો હતો; પણ તેમાંથી તેણે નહિ જેવી જ પ્રસિદ્ધ કરી હતી. કેટલાક સમય સુધી તો તેના નિકટ સમાગમમાં આવનાર જ તેની શોધો વિષે જાણતા હતા. તેણે હાથ ધરેલાં કામોમાંનાં ઘણાં તો માત્ર પ્રારંભની દશાએ જ પહોંચ્યાં હતાં. તેના પાછલા જીવનનો કેટલોક ભાગ તેણે પોતાના જીવનની શરૂઆતમાં કરેલી અધુરી શોધોને પૂરી કરી તેને પાકા અને સ્થિર રૂપમાં મૂકવામાં તેને ગાળવો પડયો હતો.

આમ છતાં પણ તેના અધ્યાપક ડૉ. આઇઝાક બૅરોને તેની પ્રતિભાની પૂરી જાણ હતી. બૅરો ગણિત વેત્તા હતો અને સાથે સાથે ધર્મસંઘનો કાર્યકર્તા હતો. ઇશ્વર જ્ઞાનના ઘણા વિષયોમાં તેને બહુ રસ હતો અને તેના ઉકેલ માટે તેને વધારે અવકાશની જરૂર હતી. ગણિત તથા વિજ્ઞાનના વિષયોમાં આઇઝાકની શક્તિ પોતા કરતાં ચઢિયાતી હતી એ વાત તે જાણતો હતો. આથી ૧૬૬૯ માં ન્યુટનના લાભમાં તેણે પોતાના અધ્યાપકપદનું રાજીનામું આપ્યું. પોતાની અધ્યાપકપદે થએલી નીમણોકની તારીખે ન્યુટનની ઉમર ૨૬ વર્ષની હતી અને ત્યારથી માંડી પચીશ વર્ષ સુધી તે એ પદ પર કાયમ રહ્યો.

હવે આપણે તેણે દુનીઆના જ્ઞાન ભંડારમાં આપેલા ફાળામાંના વધારે અગત્યના ફાળાઓનો સંક્ષેપમાં વિચાર કરીશું અને વારા ફરતી દષ્ટિશાસ્ત્રમાં, ગતિવિજ્ઞાનમાં અને ગણિતમાં તેણે કરેલાં કામ લઇશું.

## ૪. ન્યુટને દષ્ટિશાસ્ત્રના વિષયમાં કરેલું કામ

૧૬૬૪ માં ' જાણીતા રંગોના ચમત્કાર 'નો અખતરો કરવા તેણે એક કોણુ-કાચ ( પ્રિઝમ ) ખરીદ્યો ત્યારથી તેના દષ્ટિશાસ્ત્રના

કાર્યની શરૂઆત થઇ ગણી શકાય. ૧૬૬૯ સુધી તેણે કરેલું કામ બહુ કિંમતી નહિ હોય કારણ કે એ વર્ષને આગલે વર્ષે તેના મિત્ર ડૉ. બૅરોએ 'થીઅરી ઑફ કલર્સ' નામનું એક બહુ દોષ પૂર્ણ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું હતું અને આપણે છીએ કે તે પુસ્તક તૈયાર કરતાં તેણે ન્યુટન જોડે બહુ છુટથી મસલત કરી હતી.

વાચકને યાદ હશે કે જેની પર પડતાં તેજનાં તમામ કિરણ એકજ બિંદુએ કેંદ્રિત થાય એવા દ્દલકાચની ખરી સપાટી નક્કી કરવાના પ્રશ્નની તપાસણી ડેકાર્ટે કરી હતી. આનો અર્થ એ થયો કે દૃષ્ટિશાસ્ત્રમાં ગોળાકૃતિને કારણે થતા ચલનની ભૂલથી મુક્ત એવી સપાટીવાળા દ્દલકાચની તપાસણી તે કરતો હતો અને તેને જણાવ્યું હતું કે કેટલાક સંજોગોમાં પરિવલયા કૃતિ સપાટી આવાં પરિણામ આપે એમ છે. પોતાની પ્રયોગશાળાં માં જોઇતી આકૃતિના દ્દલકાચ ઘસીને-ઉતારી એ પ્રશ્નનો વ્યવહાર રીતે નિર્ણય કરી તેને આગળ ધપાવવાનો યત્ન ન્યુટને કર્યો. એ યત્ન મુશ્કેલ હતો પણ તે કરતાં કરતાં તેણે એક અગત્યની શોધ કરી અને તે એવી હતી કે દ્દલકાચ ઉતારવામાં ગમે તેટલી ચોકસાઇ રાખ્યા છતાં પણ જેને આપણે અચોકસ રીતે બોલતાં 'રંગની ભાંજગડ' કહીએ છીએ અને જેને દૃષ્ટિશાસ્ત્રના અભ્યાસી 'રંગિન ચલન' (ક્રોમેટિક એબેરેશન)ના નામથી ઓળખે છે તે અડચણ નડયાજ કરતી હતી. ન્યુટને આ બાબતનો ખૂબ વિચાર કર્યો અને જુદા જુદા રંગનાં તેજનાં કિરણોનાં જુદાં વક્રીભવન કરવાની શક્તિ ધરાવતા કોઇ સંબંધની એને શંકા થઇ.

આ બીનાથી તે કોણ-કાચના તેનાં પ્રખ્યાત પ્રયોગો કરવા દોરાયો. હાલના તેજ પૃથક્કરણના અતિ વિશાળ વિષયની એ ઐતિહાસિક શરૂઆત હતી. એ તો અલબત્ત બહુ જાણીતી વાત છે કે

अ ब थी દર્શાવાતું તેજનું કિરણ એક ત્રિકોણાકાર કોણ કાચમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે તેનું એક પછી એક એમ બે વાર વક્રીભવન થાય છે. આવૃત્તિ ૬૧માં તે ब क અને क ड રેખાથી દર્શાવાયાં છે. એ બંને વખતે તેજનાં કિરણ કોણ કાચના જાડા અથવા દળદાર ભાગ તરફ વળેલાં જણાય છે.

ન્યુટનનો પ્રયોગ નીચે મુજબનો હતો. એક અંધારા ઓરડાની બારીના બંધ બારણામાં તેણે ह સ્થાને એક છિદ્ર રાખ્યું હતું (આકૃતિ ૬૨) એ કાણામાંથી બંધ બારીબારણાંવાળા અંધારા ઓરડામાં સાંકડું સૂર્યકિરણ દાખલ થવા દેવામાં આવતું હતું અને તે કાણાની સામી બાજુએ મુકેલા એક પરદા स પર તે તેજનું સફેદ ધાબું પડતું હતું.

ન્યુટને આકૃતિ ૬૨ માં બતાવ્યા પ્રમાણે તે તેજના કિરણના માર્ગમાં એક કોણ કાચ कडइ ગોઠવ્યો. આમ કરવાની બેવડી અસર થઇ. તે તેજનું કિરણ આકૃતિ ૬૧ માં બતાવ્યા પ્રમાણે અલબત્ત તેના મૂળ માર્ગમાંથી આડું વળી ગયું, પણ વળી વધારામાં પહેલાનું સફેદ તેજનું ધાબું હવે પહેલાના કરતાં વધારે લાંબુ થયું, અને તેને સ્થાને તેની પહોળાઇ કરતાં પાંચગણું એક રંગત ધાબું પડયું અને તેમાંના રંગો બે માલુમ રીતે એકમાંથી બીજામાં પસાર થતા જણાયા. જુદા જુદા રંગનાં કિરણ એક એકથી વધારે ઓછા પ્રમાણમાં વક્રીભવન પામતાં જણાયાં. એ ધાબામાં ન્યુટને સાત મુખ્ય રંગના નમુના જોયા. લાલ, નારંગી, પીળો, લીલો વાદળી, ગળી અને જાંબુડીઓ. એમાં લાલરંગનાં કિરણ ઓછામાં ઓછું અને જાંબુડીઆં કિરણ વધારેમાં વધારે વક્રીભવન પામેલાં જણાયાં હતાં.

આ પ્રયોગનો અર્થ કરવાની બાબતના પ્રશ્નનો ઉકેલ ન્યુટને

કેવી કાળજી ભરી રીતે કર્યો તે જુઓ. તેજનાં કિરણ પથરાઇ કેમ ગયાં? કદાચ એ ત્રિકોણકાચના શિરોબિંદુ આગળના ભાગમાં તે કિરણોને કાચની ઓછી જાડાઇમાંથી પસાર થવાનું હોવાથી તે ઓછા પ્રમાણમાં વાંકાં વળી ગયાં હશે એમ તેણે વિચાર્યું. પછી તેણે એક કિરણ તે કાચના પાતળા ભાગમાંથી અને બીજું તેના જાડા ભાગમાંથી પસાર થાય એવી વ્યવસ્થા કરી. તે દરેકનું રંગિત ધાબું પડ્યું અને બંને ધાબાં એક સરખી લંબાઇનાં જ હતાં. આથી તેણે હાથમાં લીધેલા પ્રશ્નનો નિકાલ થઇ ગયો. કદાચ મૂળ ધાબું કોણકાચમાંથી પસાર થતાં લાંબું થયું તો તેનું કારણ પોતે વાપરેલાં કાચમાં કાંઇ દોષ તો નહિ હોય? આ શંકાના નિવારણને માટે તેણે જુદા જુદા કોણકાચ વાપર્યા પણ દર વખતે એક સરખાં જ રંગીન ધાબાં થતાં તેણે જોયાં. પછી તેણે પોતાના મનમાં વિચાર્યું કે કાચના કોઇ દોષને લીધે, તેજનાં કિરણનું મૂળ ધાબું લંબાતું હોય તો બે કોણકાચ વાપરતાં ધાબાની લંબાઇ બેવડી થવી જોઇએ. એકના પાયા તરફ બીજાનું શિરોબિંદુ રહે એમ આકૃતિ ૬૩ માં બતાવ્યા પ્રમાણે તેણે બે કોણકાચ ગોઠવ્યા, પણ એમ કરતાં રંગધાબું બમણું લાંબું ન થતાં એ બે કાચ, એક એકની અસર નાબૂદ કરતા જણાયા. આ પ્રસંગે ન થયું લાંબું ધાબું કે ન દેખાયા રંગ પણ સાધારણ અવિકૃત ધાબું જ તેના જોવામાં આવ્યું. એટલે એ સમજૂતિનો પણ અસ્વીકાર કરવામાં આવ્યો.

પછી તેને એવી શંકા થઇ કે છિદ્રમાંથી આવતાં તેજનાં કિરણ સૂર્ય બિંબના જુદા જુદા ભાગ પરથી આવતાં હોય એક એક તરફ અમુક ખૂણે નમેલાં રહી આવતાં હોવાને કારણે કદાચ પોતે જોયેલો ચમત્કાર બનવા પામતો હશે. પણ ગણત્રી કરતાં જણાયું કે એ બીના એટલી ઓછી માત્રાની છે કે તેનો વિચાર કે ગણત્રી ન કર્યાં હોય તો કાંઇ વાંધો આવે નહિ. પણ હજુ આટલી

શંકાઓ કરે આવે પ્રસંગે પરિણામ પર અસર કરતી બધી શક્યતાઓ ખુટી ગઇ ન હતી. કદાચ કોણકાચની અસર એવી થતી હોય કે તેમાંથી નીકળતાં કિરણ વળાંકાદાર હોય અને પરિણામે તે પરદા પર વધારે ઓછા તિરછાટમાં પડતાં હોય અને તેથી તે કિરણોનાં ધાબાંની લંબાઇ વધતી હોય. આથી તેણે કોણ કાચથી વધારે ઓછે અંતરે પરદો મૂકી જોયો. આ દરેક પ્રસંગે તે ધાબાંનું કેંદ્ર કોણ કાચથી પરદાના અંતરના સીધા પ્રમાણ જેટલું થતું હતું. આ ઉપરથી તો એવું જ સિદ્ધ થતું હતું કે તેજનાં કિરણ સીધી લીટીમાં જ આવતાં હતાં.

જુઓ કેવી કાળજીભરી રીતે પ્રશ્નોને વધારેને વધારે સાંકડી મર્યાદામાં લાવી દેવામાં આવતા હતા. આ બધાને પરિણામે ન્યુટનને એવા નિર્ણય પર આવવાની ફરજ પડી કે રંગનો પ્રશ્ન આ આખા ચમત્કારની સમજૂતિ પર સજીવ અસર કરતો હોવો જોઇએ. આ વિચારે તેણે એકજ રંગનાં કિરણ જુદાં પાડવાનો અને વારા ફરતી એક એક રંગનાં કિરણ પર પ્રયોગ કરવાનો નિશ્ચય કર્યો. પણ એ કરવું કેવી રીતે ? આકૃતિ ૨૨ ફરીથી જુઓ. ધારો કે પરદા સ માં, જે જગાએ દાખલા તરીકે લીલા રંગનાં કિરણ પડે છે ત્યાં એક નાનું છિદ્ર પાડવામાં આવે છે. આમ થતાં બીજા રંગનાં કિરણને પસાર થતાં તે પરદો અટકાવે છે, પણ લીલાં કિરણો તેમાંથી પસાર થાય છે અને તેનાં પર પ્રયોગ કરી શકાય છે. ન્યુટને એમ કર્યું. તેણે વારા ફરતી દરેક રંગનાં કિરણને જુદાં પાડયાં અને તેને એક બીજા કોણકાચમાંથી પસાર કર્યાં અને તે દરેક પ્રસંગે તે કિરણનાં થતાં વક્રીભવનનું તેણે કાળજીથી માપ લીધું. દર વખતે દરેક જુદા જુદા રંગનાં કિરણ કોણકાચને અમુક એકજ બિંદુએ તથા એકજ ખૂણે પડે એમ કરવાની તેણે કાળજી રાખી હતી જેથી પોતે કરેલી સરખામણી બહુ ચોક્કસ અને શંકારહિત

થાય. આ બધા પ્રયોગોને પરિણામે તેને જણાયું કે રંગિત ધાબાના લાલથી જાંબુડીઆ સુધીના રંગોને એક પછી એક લેતાં તેનું વક્રીભવન સ્થિરપણે વધતું જતું હતું. આ પરિણામ પ્રાપ્ત થતાં તેને બહુ આનંદ થયો.

આ બધા પ્રયોગોનાં પરિણામે આખરે એવો નિર્ણય થયો કે સૂર્યનું તેજ અથવા સફેદ તેજ એકજ સરખી ઘટનાનું નથી. પણ જુદાં જુદાં વક્રીભવનવાળાં ઘણાં વિવિધ રંગનાં કિરણોનું બનેલું છે. લાલ કિરણોનું વક્રીભવન ઓછામાં ઓછું અને જાંબુડીઆ કિરણોનું વધારેમાં વધારે થાય છે. આને પરિણામે સફેદ તેજનાં કિરણના માર્ગમાં કોણકાચ મૂકતાં તેની અસર જુદા જુદાં મૂળ રંગનાં કિરણોને તેમના વક્રીભવનના પ્રમાણમાં એક એકથી છુટા પાડી નાંખવાની થાય છે. તેજનાં કિરણોના આવી રીતે રંગિત ધાબાના રૂપમાં પથરાઇ જવાના ચમત્કારને તેજનું વિકરણ ( ડિસ્પર્ઝન ઑફ લાઇટ ) કહે છે.

હવે વાચકને એ વાત સમજવી અઘરી નહિ પડે કે, આકૃતિ ૬૩ માં બતાવ્યા પ્રમાણે એક એકથી ઉલટા બે કોણ કાચ ગોઠવતાં પહેલા કોણ કાચે વીખરેલાં વિવિધ રંગનાં કિરણોને બીજો કોણ કાચ પાછાં એકત્ર કરી નાંખે છે અને પરિણામે કોઇ પણ જાતનું રંગિત ધાબું અથવા તેજનાં કિરણોનો વિખરાઇ પથરાઇ જવાનો ચમત્કાર બનવા પામતો નથી.

ગોળાકૃતિને કારણે થતાં ચલનની દૃષ્ટિએ દૃશ્યકાચનો આકાર ગમે તેવો પૂર્ણ અથવા આદર્શરૂપ હોય છતાં તે ' રંગની ભાંજગડ ' કેમ બતાવે છે તે સમજવામાં ન્યુટનને મુશ્કેલી નડી નહિ. કારણ કે દરેક જુદા રંગ માટે તેને મળતું જુદું કેંદ્ર-બિન્દુ થવાનું. સૌથી વધારે વક્રીભવન પામતા કિરણનું કેન્દ્ર-બિંદુ

સૌથી વધારે પાસે અને સૌથી ઓછું વક્રીભવન પામતા કિરણનું કેંદ્ર-બિંદુ સૌથી આઘું રહેવાનું. પરિણામે એક જ બિંદુએ બધાં કિરણ કેંદ્રિત થઇ સાફ બિંબ પડવાને બદલે એક રંગિત ધાબું પેદા થાય છે.

આથી ન્યુટન એવા નિર્ણય પર આવ્યો કે આંખ વડે જોવાનાં યંત્રોની બનાવટમાં વક્રીભવનના સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરવો ઇષ્ટ નથી. આથી પરીવર્તન દૂરબીનની રચના તરફ તેણે પોતાનું લક્ષ વાળ્યું. જેમ્સ ગ્રેગરીએ પણ આ પ્રશ્નના ઉકેલનો યત્ન કર્યો હતો. એ બધો માત્ર રચનાનો પ્રશ્ન હતો. કારણ કે સારૂં ગોળાકૃતિ દર્પણ મ આપણી પાસે હોય ( આકૃતિ ૭૫ ) તો દૂરની કોઇ ચીજ પરથી તેના પર પડતાં કિરણ તેના કેંદ્ર फ ની પાસે પ્રતિમા प ઉભી કરી શકે અને એકાદા દલ કાચની મદદથી તે પ્રતિમાને અનુકૂળ એવડા કદની મોટી કરી શકાય. આમ પ્રશ્ન તો બહુ સહેલો હતો, છતાં તેમાં ખરેખરી મુશ્કેલી નડે એમ હતું. દૂરની ચીજ પરથી આવતાં કિરણોની આડે આવ્યા વગર તે ચીજની પ્રતિમા જોવા માટે અવલોકન કરનારે પોતાનું માથું ક્યાં રાખવું ?

ગ્રેગરીની સૂચનાને અનુસરતાં દર્પણની બરાબર મધ્યમાં એક ગોળ છિદ્ર સારતું પડે એમ હતું., આ જાતનાં દૂરબીન અવાર નવાર જોવામાં આવે છે. ન્યુટનની સૂચના આથી પણ વધારે સાદી હતી. ઉપલી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે પ્રતિમા प રચાય એટલે યંત્રની ધરીને જોડે ૪૫° અંશનો ખૂણો કરતાં એક દર્પણ પર તેને ઝીલવી. ત્યાંથી તેને પરાવર્તન પમાડી ઉભીને બદલે આડી બનાવી યંત્રના ખોખાની બાજુમાં ગોઠવેલા એક દલ કાચ વાટે તેને જોવી. આથી તે બહુ સગવડભરી રીતે જોઇ શકાય એટલું જ નહિ, પણ જોઇતા મોટા કદની પણ કરી શકાય.

ન્યુટનનું પહેલું દૂરબીન બહુ નાનું હતું. તે ૭ ઈંચ લાંબુ અને એક ઈંચના વ્યાસ વાળું હતું છતાં તે વસ્તુને ચાળીશગણી મોટી બતાવતું હતું. એ દૂરબીનનું અંતર્ગોળ દર્પણ તાંબા તથા કલાઇની મિશ્ર ધાતુનું બનાવેલું હતું અને બહુ સાફ પ્રતિમા ઉઠાવતું હતું. તેણે બનાવેલું બીજું યંત્ર વધારે સારૂં હતું અને ૧૬૭૧ માં તેણે તે રૉયલ સોસાઇટીને ભેટ તરીકે આપ્યું હતું. તે મંડળીના સભ્યો તે જોઇ બહુ ખુશ થયા હતા અને ન્યુટનને પોતાની મંડળીનો સભ્ય ચુંટી તેમણે પોતાનો આભાર પ્રદર્શિત કર્યો હતો. પરાવર્તન દૂરબીનની બાબતમાં ન્યુટને કરેલા કામની ખરેખરી અગત્ય બતાવવા માટે એટલું બતાવી દેવું બસ થશે કે દુનીઆની સારામાં સારી વેધશાળામાં વપરાતાં બધાં રાક્ષસી કદનાં દૂરબીનો એ પરાવર્તનના સિદ્ધાંત પર બનાવવામાં આવેલાં છે.

આમ છતાં દૃષ્ટિશાસ્ત્રમાં ન્યુટને કરેલા કામને તેના સમકાલીનોએ કેવો આવકાર આપ્યો હતો ? રંગના વિષયમાં પોતે કરેલા પ્રયોગનો અહેવાલ ૧૬૬૧ માં ન્યુટને રૉયલ સોસાઇટીને લખી જણાવ્યો અને રૉયલ સોસાઇટીના મંત્રી ઓલ્ડેનબર્ગને લખેલા એક પત્રમાં પોતે કરેલાં કામને એણે નીચેના શબ્દોમાં વર્ણવ્યું હતું:-' જેને લઇને હું દૂરબીનો બનાવવા લલચાયો તે તાત્વિક શોધનો આ અહેવાલ છે. એ યંત્ર કરતાં આ શોધની ખબર તમને વધારે આવકારદાયક લાગશે એ બાબતની મને શંકા નથી, કારણ કે કુદરતના કાર્યમાં અત્યાર સુધી જે કાંઇ ગુપ્ત રહસ્યો શોધી કાઢવામાં આવ્યાં છે તે સૌમાં આ બહુ મોટું નહિ તો પણ મારા મતે બહુ વિચિત્ર છે. '

ઈંગ્લેંડમાં તેણે જણાવેલી આ બાબતોને પ્રથમ તો બહુ સારો આવકાર મળ્યો પણ ખંડ ભૂમિપર તો ન્યુટન સામે હલ્લા

વિરોધનું અસાધારણ તોફાન ફાટી નીકળ્યું અને તેનાં ચર્ચા રૂપે અપાયેલી દલીલો ઘણીવાર જેટલી અજ્ઞાન ભરી હતી તેટલી જ ચોકશી હતી. ન્યુટનને એ ચર્ચાથી બહુ લાગી આવતું હતું. કોઇ પણ રીતે કે પ્રકારે તે જાહેરાત મેળવવા કે આગળ પડતો થવા ઇચ્છતો ન હતો એટલે તેણે એ ચર્ચાઓમાંનો જવાબ વાળ્યો નહિ. પણ ઓલ્ડેનબર્ગે તેને ચર્ચાઓનો જવાબ વાળવાનો આગ્રહ કર્યો એટલે પોતાના ખંડભૂમિ પરના ચર્ચકોને રદીઆ આપી પરાસ્ત કરી વળી પાછા તેણે જાહેર જનતા આગળથી ખસી જવાની તૈયારી કરી પણ હવે તો રૉયલ સોસાઇટીનો ડૉ. હૂક નામનો એક બાહોશ અને જબરો વિરોધી તેની સામે ખુદ ઇંગ્લેંડમાં જ ઉભો થયો. તે સમયની નોંધોને ઉથલાવતાં કબુલ કરવું પડે છે કે પોતે જેનો ઉકેલ મેળવવામાં નિષ્ફળ થયો હતો તે પ્રશ્નોનાં ઉકેલની બાબતમાં ન્યુટનને મળેલી સફળતાને કારણે હૃદયમાં જાગેલી ઇર્ષ્યાથી હૂક તેનો વિરોધ કરવા પ્રેરાયો હતો. હૂકની દલીલો અને તેની તકરાર શાં હતાં એ બહુ મહત્વની બાબત નથી. ન્યુટને એ બન્નેના બહુ ગૌરવ ભર્યા તથા તથા મર્ચોટ રદીઆ આપ્યા, પણ તેથી તેની આવી પ્રકૃતિને બહુ આઘાત પહોંચ્યો. તેણે ઓલ્ડેનબર્ગને લખ્યું કે 'એ વિષયમાં વધારે લખવા કાગળ પર કલમ ચલાવવી એ મને હજુ મારી પ્રકૃતિ વિરૂદ્ધ જણાય છે.' યશસ્વી લાઇબ્નિઝની આગળ એણે પોતાના વિચાર નીચેની ભાષામાં દર્શાવ્યાઃ—

'મારા પ્રકાશના વાદની પ્રસિદ્ધિને અંગે ઉભી થયેલી ચર્ચાથી હું એવો તો હેરાન થઇ ગયો કે શાંતિ જેવી સંગીન વસ્તુને છોડી પડછાયા પાછળ દોડવા માટેની મારી પોતાની મૂર્ખાઇને હું દોષ દેવા લાગ્યો.'

દૃષ્ટિ શાસ્ત્રની શાખામાં ન્યુટનની સક્રિયતામાં ઘટાડો ન થતાં

તે જેવી અને તેવી રહી. સાબુના પરપોટા જોતાં દેખાતાં રંગોનો વિષય તેણે હાથ ધર્યો અને હાલ 'ન્યુટનથી કડીઓ'ના (ન્યુટન્સ રિંગ્ઝ) નામથી ઓળખાતા વિષયને તેણે ખીલવ્યો.

## ૫. પ્રકાશના પ્રતિસ્પર્ધીવાદ.

પ્રકાશના ખરા સ્વરૂપની બાબતમાં ન્યુટનના ખ્યાલ કેવા હતા તેનો નિર્દેશ કરવો જોઈશે. બીજા ઘણાની આગળ ઉભો થયો છે તે 'પ્રકાશ એ શું વસ્તુ છે ?' એ પ્રશ્ન ન્યુટનની આગળ પણ ઉભો થયો હશે અને તેણે તે પ્રશ્નનો જવાબ આપવા યત્ન કર્યો છે. પાછળથી જણાયું કે તેમ તેણે આપેલો જવાબ ખોટો હતો, પણ એ વાત ઇતિહાસની દૃષ્ટિએ બહુ રસિક છે, કારણ કે એ પ્રશ્નને અંગે ઉભી થયેલી ચર્ચાના ખુલાસાનો આધાર જે કસોટી પર હતો તે ન્યુટન તેમજ એ ચર્ચામાં તેના યશસ્વી વિરોધી હુયગન્સ એ બંનેના મરણ પછી જ મળવા પામી હતી.

ક્રિશ્ચિયન હુયગન્સ એ જમાનાનો ઉચ્ચ વિજ્ઞાની હતો. ૧૬૨૯માં હેગ મુકામે તેનો જન્મ થયો હતો. ગણિતવેત્તા તેમજ વિજ્ઞાની તરીકે તે બહુ શ્રેષ્ઠ લાયકાતો ધરાવતો હતો. ગેલિલીઓએ લોલક પર કરેલી શોધ ચાલુ રાખી એ તેનાં કાર્યોમાં સૌથી વધારે જાણીતું કાર્ય છે. જુના વખતનાં લોલકનો ઘાટ એવો એવો હતો કે ચાલુ રીતે સરખે સમયે થતા ટકટકારા મેળવવા ગોળાકાર કમાનમાં નાના ઝુલા મોકલવા પડતા હતા. પણ 'સાયક્લૉઇડ'એ નામથી ઓળખાતી વક્રાકૃતિના ગણિત ધર્મોની બાબતમાં હુયગન્સે કરેલી શોધને પરિણામે ૧૬૫૮ની સાલમાં તે 'સાયક્લૉઇડ' લોલકની નવી શોધ કરવામાં સફળ થયો. મોટા વિસ્તાર પર ઝોલા ખાતું એ લોલક ચોક્કસ સમયમાં એક એક ઝોલો લેવા શક્તિવાન થયું હતું. વળી હુયગન્સે ૧૬૫૯માં બનાવેલા એક ૬૪ ફુટ લાંબા દુરબીનથી ખગોળમાં બહુ કિંમતી કામ કર્યું હતું અને

પહેલી જ વાર શનિને ફરતાં કુંડાળાનું ચોકસ વર્ણન આપ્યું હતું. રૉયલ સોસાઇટીના આમંત્રણથી ૧૬૬૦ માં તે ઇંગ્લેંડ આવ્યો હતો અને ત્યાર પછી થોડે વર્ષે એને ન્યુટન જોડે મૈત્રી થઈ. પાછળથી તે ફ્રાંસમાં વસવાટ કરી રહ્યો અને ૧૬૭૮ માં 'એકેડેમિડેસ સાયન્સીઝ' એ સંસ્થા આગળ તેણે પોતાના પ્રકાશનો 'આંદોલનવાદ' (અનડ્યુલેટરી થીઅરી) રજુ કર્યો. 'પ્રકાશ એ શી ચીજ છે ?' એ પ્રશ્નનો જવાબ આપવાનો તે યત્ન હતો, અને ન્યુટન તથા એના પ્રકાશના સ્વરૂપ વિષેના પ્રતિસ્પર્ધી વાદોની ચર્ચામાં એનો વાદ ન્યુટનના વાદની સામેનો હતો.

હ્યુધન્સનો એ આંદોલન વાદ કેવો હતો ? નવાઇની વાત તો એ છે કે એ વાદ ન્યુટનની એક શોધના પાયા પર ઉભો કરવામાં આવ્યો હતો. ન્યુટને બતાવ્યું હતું કે ધ્વનિ પેદા કરતી ચીજથી માંડી તે ધ્વનિ સાંભળનારના કાન સુધી પહોંચતાં હવાનાં કણોના ધ્રુજારાથી ધ્વનિનો ચમત્કાર ઉત્પન્ન થાય છે. તળાવમાં ક્ષોભનાં કોઇ બિંદુએથી જેવી રીતે પાણીની લહરીઓ અથવા નાનાં મોજાં બહારની બાજુએ પથરાતાં ફેંકાય છે, તેવીજ રીતે હવાની અંદર પણ એ ધ્રુજારા અથવા હવાનાં મોજાં બહારની બાજુ ફેલાતાં હતાં. દાખલા તરીકે તે ધ્વનિ તંબુરાનો તાર છેડવાથી પેદા થતો હોય તો જેમ તે તાર ટુંકો તથા ખુબ ખેંચાયેલો હોય તેમ તેના ધ્રુજારા વધારે ઝડપી થાય છે અને પરિણામે તેમાંથી નીકળતો સુર પ્રમાણમાં વધારે તીણો હોય છે.

હ્યુધન્સનું કહેવું એવું હતું કે 'ધ્વનિ પેઠે પ્રકાશ એ પણ ધ્રુજારા અથવા આંદોલનનો જ ચમત્કાર છે માત્ર તેમાં થતાં આંદોલન જુદા કદના ધોરણવાળાં એટલે કે ધ્વનિ પેદા કરનાર આંદોલન કરતાં બહુજ નાનાં અને ઘણાં વધારે ઝડપી હોય છે.' તેના વાદની

માથામાં દુઃખની લાગણી થાય, પણ તે માત્ર તમારા માથા પાસે થઈને પસારજ થાય તો તમારા માથામાં કોઇ પ્રકારની લાગણી થવા પામે. પ્રકાશની બાબતમાં પણ એમજ છે. પ્રકાશનું મોજું મોજુદ હોય પણ તે તમારી આંખ પર ન અથડાય ત્યાંસુધી તમને તેજનું ભાન કરવા તે શક્તિવાન થતું નથી ' ખરું જોતાં તેજનાં મોજાં સીધી લીટીમાં જ જતાં હોય તેવી અસર તે કરે છે.

હવે આનો પ્રતિસ્પર્ધી ન્યુટનનો વાદ કેવો હતો ? તેણે એ વાદને ' કણવાદ અથવા ક્ષેપવાદ ' ( કોર્પસ્કયુલર અથવા એમિસન-થીઅરી ) એવાં નામ આપેલાં છે. એ વાદ મુજબ તેજના મૂળરૂપ પદાર્થમાંથી સીધી લીટીમાં તથા ઘણા મોટા વેગથી ફેંકાતાં દ્રવ્યનાં સૂક્ષ્મ અને અદૃશ્ય કણોના પ્રવાહનું તેજ બનેલું છે. આવા સૂક્ષ્મ કણોના પ્રવાહો આંખના બોધતંતુપટ પર અથડાવાથી તેજનું ભાન થાય છે.

આ બે વાદોની આસપાસ તીવ્ર ચર્ચાનું તોફાન મચી રહ્યું. બંને વાદ સયુક્તિક હતા એ વાત તો નિઃસંદેહજ છે. તેજનાં પરાવર્તન તથા વક્રીભવનના તે સમયે જણાયેલા અને સાધારણ અવલોકનના વિષય થઇ પડેલા ચમત્કારની સમજૂતિ આપવા તે બંને સરખા શક્તિવાન હતા. હવે બીજા કેટલાક તેજના ચમત્કાર આપણી જાણમાં આવેલા છે અને ન્યુટનનો વાદ તેની સમજૂતિ આપી શકતો નથી પણ આંદોલનવાદ આપી શકે છે. પણ આ બંને વાદોના પ્રતિસ્પર્ધી હકોની કસોટી કેવી રીતે કરવી ?

હવે એ વાત તો જણાયેલી હતી કે ન્યુટનના પ્રકાશના વાદનું તર્કાનુરૂપ પરિણામ એ નીપજે કે તેજ હવા જેવા વાહનમાંથી પસાર થાય તે કરતાં કાચ કે પાણી જેવા વાહનમાંથી પસાર થતાં તેનો વેગ વધારે હોવો જોઇએ. આથી ઉલટું હ્યુજન્સના વાદ અનુસાર તો

એવો નિર્ણય થાય કે કાચ કે પાણી જેવાં વાહનોમાંથી પસાર થતાં તેજનાં કિરણોનો વેગ હવામાંના તેના વેગ કરતાં ઓછો થાય. જુદાં જુદાં વાહનોમાંથી પસાર થતાં તેજનાં કિરણોનો વેગ માપી જોવો એ આ બંને વાદોના સત્યના નિર્ણયની કસોટીની વિધિ હતી. પણ એ કરવું કેવી રીતે? અફસોસની વાત એ છે કે આવો પ્રયોગ કરવો એ ન્યૂટનના સમયના વિજ્ઞાનીઓની શક્તિ બહારની વાત હતી. આ નિર્ણયાત્મક આખરી કસોટી લાગુ પાડ્યા વગર જ ન્યૂટન અને હ્યુધન્સ બંને મરણ પામ્યા, અને ન્યૂટનની શ્રેષ્ઠ ખ્યાતિના વજનને પરિણામે આંદોલનવાદની સામે અને કણવાદની તરફેણમાં લોકમતનું પાસું નમતું થયું. તેજોભંગ ( ઇન્ટર્ફીયરન્સ ઑફ લાઇટ ) જેવા ચમત્કાર તે સમયે અજ્ઞાણ્યા હતા નહિતર હ્યુધન્સને વધારે ન્યાય મળત. છેક ૧૮૫૦ માં ફ્રાંસના વિજ્ઞાની જીનલીઅન ફૉકૉલ્ટે પ્રયોગથી બતાવી આપ્યું કે હવામાં તેજનાં કિરણ સેકંડે ૧,૮૬,૦૦૦ માઇલના વેગથી પસાર થાય છે, પણ પાણીમાં તેનાથી ધીમા વેગેએ જ પસાર થાય છે, ત્યારે જ એ બધી ચર્ચાનો આખરે નિકાલ થયો.

## ૬. ગુરુત્વના વિષયમાં ન્યૂટનની શોધો

હવે આપણે ન્યૂટનની સક્રિયતાની બીજી એક શાખા ચલ વસ્તુવિજ્ઞાન ( ડાયનેમિક્સ ) તરફ વળીએ. એ તો વાચકને માલ હશે કે ૧૬૬૫ માં પ્લેગ ફાટી નીકળવાથી કેમ્બ્રિજનું વિદ્યાપીઠ ટૂંક મુદત માટે બંધ રાખવામાં આવ્યું હતું એટલે ન્યૂટન ગ્રંથામ પાસેના વૂલ્સથોર્પમાં આવેલ પોતાને ઘેર રહેવા ગયો હતો. અહીં એણે જુદા જુદા પ્રશ્નો પર શાંતિથી વિચાર કરવામાં અઢાર મહિના ગાળ્યા. ચલવસ્તુશાસ્ત્રમાં ગંભીર રૂપાંતર કરી તેના સ્વરૂપમાં પલટો લાવનાર સાર્વત્રિક ગુરુત્વનો કાયદો તેણે અહીં જ વિચારી કાઢ્યો હતો. ગુરુત્વનો પ્રશ્ન કોઇ નવો પ્રશ્ન નહતો. પ્લેટોના સમયથી માંડી

લગભગ દરેક જાણીતા દાર્શનિકે એ વિષયમાં કલ્પનાના અને તર્કના ઘોડા દોડાવવામાં રસ લીધો છે. જેને ગુરૂત્વ નામ આપવામાં આવતું હતું એ બળ તો સૌ કોઇને પરિચિત હતું. પણ એ બળ જે કાયદાઓને વશ વર્તતું વ્યાજબી રીતે માની શકાય તે શોધવાના બાકી હતા; તેના પૂર્વગામીઓની પેઠે ન્યુટનને પણ આ પ્રશ્ને મુગ્ધ કર્યો હતો.

આ સ્થળે યાદ કરવાની જરૂર છે કે ટાયકો બ્રાહેનાં અવલોકનોની પ્રખ્યાત નોંધોનું ધીરજથી પૃથક્કરણ કરવામાં જીંદગીભરની મહેનત કરી કૅપ્લરે ગ્રહોની ગતિના તેના ત્રણ પ્રખ્યાત કાયદા શબ્દોમાં મૂકયા હતા. વાચકને યાદ તો હશે જ કે તેમાંનો ત્રીજો કાયદો એવો હતો કે દરેક ગ્રહની બાબતમાં સૂર્યથી તેના સરાસરી અંતરનો ઘન તેના સૂર્યની આસપાસ એક પ્રદક્ષિણા કરી રહેવાના સમયના વર્ગના પ્રમાણમાં હોય છે. આ વાતને ગણિતની રીતે દર્શાવી એ તો,

$\frac{\text{ત્રિ}^3}{\text{સ}^2}$ આ પ્રમાણ બધા ગ્રહો માટે એક સરખું હોય છે.

'આમ શા માટે થવું જોઇએ ?' એવો પ્રશ્ન ન્યુટને પોતાની જાતને પૂછયો.

આ વાત વધારે સમજવા માટે આપણે કૅપ્લરના કથનમાં થોડો ફેર કરીશું. તેણે આપણને કહ્યું છે કે ગ્રહોના પ્રદક્ષિણા માર્ગ અથવા કક્ષાઓ ગોળ નહિ પણ લંબગોળ હોય છે. ગ્રહોની કક્ષાઓને લંબવર્તુળ નહિ પણ વર્તુલાકારની માની લઇશું તો આપણી દલીલમાં અડચણ નડશે નહિ છતાં પ્રશ્ન કાંઇક અંશે વધારે સરળ બનશે. ધારો કે ગ્રહોની કક્ષાઓ વર્તુળાકાર છે. તો સૂર્યમાં એવું તે કયું ગ્રહોને પોતાને વશ વર્તાવનારૂં બળ છે જેને લઇ તે ગ્રહ સતત રીતે તેની આસપાસ ગોળને ગોળ ફરતો રહે ? ગોફણ ફેરવતાં આવો જ પ્રશ્ન ઉભો થાય છે. આકૃતિ ૬૮ જુઓ. આમાં ગોળ

ગોળ વીંઝાતી ગોફણની દોરીઓ ધારો કે ક બિંદુ આગળ પકડી રાખવામાં આવી છે. ગોળ ગોળ ફરતો પિંડ અ બિંદુ આગળ છે. એ વખતે તેની ગતિની દિશા "આકૃતિમાંના વર્તુળના અ બિંદુ આગળથી લંબાતી સ્પર્શરેખા (ટેન્જંટ) અ ઘ બતાવે છે. એટલે કે તેને કાબુમાં રાખનાર બીજું કોઇ બળ ન હોય તો ગોફણનો ગોળો એ દિશામાં દૂર ઉડી જાય; પણ અ ક દોરી તે ગોળાને પોતાની દિશામાં ખેંચી રાખી એમ ઉડી જતો અટકાવે છે અને આપેલા સમયમાં તે ગોળો ક બિંદુએ ગયો હોત ત્યાંથી તેને ખેંચી વર્તુળ પરના ઇ બિંદુએ લાવે છે. ટુંકામાં આપેલા સમયમાં તે બળે ગોળાને ક ઇ જેટલા અંતર સુધી વર્તુળના કેંદ્ર તરફ ખેંચ્યો છે. ઇ બિંદુએ તે ગોળો તે બિંદુએ થતી સ્પર્શ રેખા ઇ ફ ની દિશામાં ઉડી જવાનું વલણ દેખાડે છે અને વળી પાછું ઉપરની જ દલીલ કરતાં તે ગોળાને તેને પકડી રાખતી દોરીનું બળ તેને ખેંચી વર્તુળના પરીઘ પર આણે છે. આમને આમ ચાલુ રહેતાં તે ગોળો ગોળને ગોળ ફર્યા કરે છે.

હવે આ પ્રશ્નને આપણે થોડું ગણિત અને પ્રાથમિક યંત્રશાસ્ત્ર લાગુ પાડીએ એટલે આપણને સમજાશે કે કેંદ્ર તરફ ચીજોને ખેંચતા કોઇ સતત કાર્ય કરતા બળના અસ્તિત્વને શોધવા ન્યુટન શા માટે મથી રહ્યો હતો.

'પ્રિન્સિપિયા' નામના તેના વિખ્યાત પુસ્તકમાં ન્યુટને ગતિના ત્રણ કાયદાની શબ્દ પ્રતિજ્ઞા કરી હતી, અમે આગળ બતાવી ગયા છીએ તેમ એ કાયદા આર્સેટ્રિમાં ગેલીલિઓએ કરેલા પ્રારંભિક ખોદકામના પરિણામરૂપ હતા અને તે અર્વાચીન યંત્રશાસ્ત્રના પાયારૂપ છે. એમનો પહેલો કાયદો આપણને કહે છે કે કોઇ પણ 'બાહ્ય બળના અભાવવાળી દુનીઆમાં—જો આવી દુનીઆની કલ્પના કરી

શકાતી હોય તો-કોઇ પણ પિંડ બે વસ્તુમાંની માત્ર એકજ કરી શકે; કાંતો તે સ્થિર અને ગતિરહિત રહે અથવા જો તે ગતિવાન હોય તો એક સરખા વેગે તે સતત ગતિ કર્યા જ કરે. આમ થવાનું કારણ માત્ર એટલું જ કે તેને એથી ઉલટું કરાવનાર કોઇ બળો નથી. નિશ્ચલ એવા કોઇ પિંડને સતત રીતે કોઇ બળ લગાડવામાં આવે તો તેને વધતા જતા વેગે ગતિ કરતો કરશે અને ગતિવાન પિંડને તેવું બળ લગાડતાં તેની ગતિમાં ફેરફાર થશે. એટલે કે કાંતો તેની ગતિનો વેગ વધશે કે તે હશે તેનાથી ઓછો થશે કે તે તેની ગતિની મૂળ દિશામાંથી ખેંચાઇ જશે. ટુંકામાં તેવા બળથી તે પિંડની ગતિના વેગમાં વૃદ્ધિ થશે અને અલબત્ત ગતિના વેગનો ઘટાડો એ ગણિતની દષ્ટિએ ઉલટી દિશામાં થતી વેગવૃદ્ધિ જ છે.

આ ન્યુટનનો પહેલો ગતિનો કાયદો. એનો ગતિનો બીજો કાયદો એતો બીજું કાંઇ નહિ, પણ સામાન્ય બુદ્ધિનો કાયદો જ છે. તે કાયદો એમ કહે છે કે કોઇ પણ પિંડમાં થતી ગતિવૃદ્ધિ તેની પર લાગુ થતા બળના પરિમાણના પ્રમાણમાં હોય છે. મોટા બળની મોટી અને નાના બળની નાની અસર થાય. ટુંકામાં કોઇ પણ પિંડની ગતિવૃદ્ધિ તેનીપર લાગુ થતા બળના પ્રમાણમાં હોય છે. બીજી ગણિતની ભાષામાં મૂકતાં આ તથ્યને **ч=мг** એ સંજ્ઞાના રૂપમાં મૂકી શકાય. જેમાં **ч** એટલે બળ અને **г** એટલે ગતિવૃદ્ધિ છે તથા **м** એ પિંડના દ્રવ્યસમુચ્ચયની સંખ્યા છે. પ્રાથમિક યંત્રશાસ્ત્રના દરેક વિદ્યાર્થીને એ સારણી સુપરિચિત છે.

તેનો ત્રીજો કાયદો એવો છે કે 'દરેક કાર્યને તેના જેટલું જ પ્રતિકાર્ય હોય છે.' પણ અત્યારે આપણે એ કાયદા જોડે કાંઇ નિસ્બત નથી અને તેનો માત્ર ખાલી નિર્દેશ કર્યા ઉપરાંત વધારે કાંઇ જ આપણે અહીં કરીશું નહિ.

આકૃતિ ૬૮ માં બતાવ્યા પ્રમાણે આપેલા કેંદ્ર क ની આસપાસ ગોળ ગોળ ફરતા કોઇ પિંડનો પ્રશ્ન વળી પાછો આપણે તપાસીએ. આપણે આગળ જોયું છે કે ગોળ માર્ગમાં થતી એ પિંડની ગતિનો આધાર તેને સાંધેલી દોરી વાટે તેને વર્તુળના કેંદ્રની દિશામાં ખેંચતા બળ ઉપર છે. એ તો સામાન્ય બુદ્ધિવાળા આદમીને પણ સમજાય એવી વાત છે કે એ પિંડ જેટલા વધારે વેગથી તેના વર્તુળ માર્ગમાંથી ઉડી જવાનું વલણ બતાવે તેટલા પ્રમાણમાં તેને તેમ ઉડી જતું અટકાવી વર્તુળ માર્ગમાં ફરતું રાખનાર અને તેને સતત વર્તુળના કેંદ્ર તરફ ખેંચનાર બળનું પરિમાણ પણ મોટું હોવું જોઇએ. હ્યુધન્સ તથા ન્યુટન બંનેએ બતાવી આપ્યું હતું કે તે બળ $\frac{\text{वे}^2}{\text{त्रि}}$ એટલું હોવું જોઇએ, જેમાં वे તે પિંડની ગતિનો વેગ છે અને त्रि તેના વર્તુળ માર્ગની ત્રિજ્યા છે. આ પ્રશ્નની તપાસણી અહીં અસ્થાને ગણાય. પ્રાથમિક યંત્રશાસ્ત્રના વિદ્યાર્થીઓ તેનાથી પૂરા પરિચિત છે અને બીજાઓ તેને ખરી સ્વીકારી સંતોષ માનશે.

આપણે આગળ જોઇ ગયા છીએ કે $\text{य} = \text{म}\,\text{ग}$ છે, અને તેમાં ग એ સંજ્ઞા ગતિવૃદ્ધિ માટે છે. પણ ઉપર આપણે જોયું કે ગતિવૃદ્ધિ કરનાર બળ $\frac{\text{वे}^2}{\text{त्रि}}$ની બરાબર છે એટલે ग ની તે કિંમત ઉપરની સારણીમાં દાખલ કરીએ તો $\text{य} = \frac{\text{म}\,\text{वे}^2}{\text{त्रि}}$ અને આ સારણી त्रि ત્રિજ્યાવાળી વર્તુળ કક્ષામાં वे વેગથી ફરતા म પિંડને તેની વર્તુળ કક્ષામાં ફરતો રાખવા માટે જોઇતા કેંદ્રગામી બળનું આપણને માપ આપે છે, એ બળ હમેશાં તે કક્ષાના કેંદ્ર તરફ કાર્ય કરે છે.

'ગોળ કક્ષામાં ફરતી ચીજોના' પ્રાથમિક યંત્રશાસ્ત્રના વિચાર ઉપરથી જણાય છે કે જે મધ્યસ્થ આકાશી પદાર્થને ફરતા મોટા

ગોળ ગોળ ફરતા રહે છે તે તે અમુક બળથી તેની આસપાસ ફરતા ગ્રહોને પોતાની તરફ ખેંચે છે અને એમ થતું તેનું ખેંચાણુ બળ, તે મધ્યસ્થ પદાર્થ તથા તેની આસપાસ ફરતા ગ્રહના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણુમાં હોય છે એમ સાબીત કરી શકાય તો ગ્રહોની ગતિના કેપ્લરના ત્રીજા કાયદાની સહેલથી સમજૂતિ આપી શકાય.

સમજૂતિની સરળતા ખાતર આપણે માત્ર વર્તુળાકાર કક્ષાઓનોજ વિચાર કરેલો છે. લંબગોળ વર્તુળોની બાબતમાં કરવું પડતું ગણિત એથી વધારે અટપટું અને અઘરૂં છે, છતાં પરિણામ તો તેનું તેજ આવે છે, એટલે એ પ્રશ્ન પૂરો સામાન્ય છે અને બધે પ્રસંગે લાગુ પડી શકે એમ છે એમ સમજાય છે.

ઝાડપરથી પડતા ફળની મશહૂર વાતમાં ગમે તેટલું સત્ય હોય તો પણ એ તો બહુજ સંભવિત વાત છે કે છુટથી ઉંચેથી પૃથ્વી પર પડતા પથ્થરના જેવા નિત્યના અનુભવના દરયને ન્યુટને ખરેજ બહુ અર્થસૂચક માન્યું હશે. આવા અનુભવમાં એવું તે મોટું અર્થસૂચકપણું શું હતું ? એ દરય આટલું બધું અર્થસૂચક એટલા માટે હતું કે તેનાથી બીજાં કેટલાંક તથ્યોને સાંકળી લેવા ન્યુટન શક્તિવાન થયો હતો. એ પ્રસંગો તો પૃથ્વી પથ્થર પર જે આકર્ષણ કરે છે તેના દષ્ટાંત રૂપ હતા. ગ્રહોની બાબતમાં તે જે બળની શોધ કરી રહ્યો હતો અને જેના કારણે તે ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ગોળ ગોળ ફરતા હતા તે સૂર્યમાં રહેલું હતું. ગુરૂના પ્રસંગમાં તેની આસપાસ ફરતા તે સમયે જણાયેલા તેના ચાર ચંદ્રોની ગતિની સમજૂતિ માટે તે ચંદ્રોને પોતાની તરફ ખેંચનારૂં બળ ગુરૂમાં છે. એવી શોધમાં ઉપરના જેવોજ પ્રશ્ન ઉભો થાય છે.

ન્યુટને મનમાં વિચાર્યું કે આવા બધા પ્રસંગોમાં ખેંચાણબળ ખેંચનાર તથા ખેંચાનાર પદાર્થોની વચ્ચેના અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત

પ્રમાણમાંજ થતું હશે? બધા પ્રસંગોમાં એમ થવું શક્ય હશે ખરું? જો એમ હોય તો આપણી પૃથ્વીની આસપાસ ફરતા ચંદ્રની ગતિની સમજૂતિ એ કાયદાથી મળે ખરી? જો પૃથ્વી છુટથી પડતા પથ્થરને પોતાના કેંદ્ર તરફ ખેંચી શકે તો તે ચંદ્રને પણ પોતાના કેંદ્ર તરફ જરૂર ખેંચી શકે.

પોતાના કલ્પેલા કાયદાની કસોટી કરી જોવાનો આ બહુ ભવ્ય પ્રસંગ હતો. પૃથ્વીથી કોઇપણ ચીજ જેટલે અંતરે હોય તેના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં પૃથ્વીનું તેની પર ખેંચાણ થાય છે. જેમ તે પદાર્થ તેનાથી વધારે દૂર તેમ તેના અંતરના વર્ગના પ્રમાણમાં તેની પર પૃથ્વીનું ખેંચાણ ઘટે. પૃથ્વીની ત્રિજ્યા કરતાં સાઠ ગણે અંતરે ચંદ્ર આવેલો છે એટલે તેની પર થતું પૃથ્વીનું ખેંચાણ બળ પૃથ્વીની સપાટી પર આવેલી કોઇ ચીજ પર થાય તેનું $\frac{૧}{૬૦\times૬૦}$ ભાગ જેટલું થાય.

પૃથ્વીની સપાટી પર આવેલી કોઈ પણ ચીજ એક સેકંડના ૧૬ ફીટ અથવા વધારે ચોક્કસ માપ લઇએ તો ૧૯૩ ઇચ જેટલું અંતર તેની તરફ ખેંચાય છે; એટલે એ હિસાબે ચંદ્ર દર સેકંડે $\frac{૧૬}{૬૦\times૬૦}$ ફીટ જેટલું અંતર ખેંચાવો જોઇએ. આ વાતનો તાળો મેળવી શકાય એમ છે. પૃથ્વીની આસપાસ એક પ્રદક્ષિણા ફરી રહેતાં ચંદ્રને કેટલો સમય લાગે છે તે તો આપણે અવલોકનો પરથી જાણીએ છીએ. વળી આપણે પૃથ્વી તથા ચંદ્ર વચ્ચેનું અંતર પણ જાણીએ છીએ. આ બંને બાબતોને આધારે આપણે આકૃતિ ૬૮ જેવી આકૃતિ ઉપરની ગણત્રીને માપે દોરી શકીએ. એ આકૃતિમાં બતાવેલા અ ક વર્તુળ ખંડનો કેટલો ભાગ ચંદ્ર એક સેકંડમાં પસાર કરી શકે તે આપણે ગણત્રીથી જાણી શકીએ એમ છે. આપણે જોવાનું માત્ર એટલું જ છે કે તેટલા સમયમાં પૃથ્વીના આકર્ષણ

બળને પરિણામે તે ઇ ઇ અંતર સુધી ખેંચાઇ આવે છે કે નહિ. તે ઇ ઇ અંતર કેટલું છે તથા તે $\frac{૧૬}{૬૦\times૬૦}$ જેટલું થાય છે કે કેમ તેની ખાત્રી કરી લેવી.

આ ગણત્રીમાં ન્યુટનને એક કરૂણ કમનસીબી નડી, પણ તે માટે તેને દોષ દઇ શકાય એમ નથી. એ કમનસીબીને કારણે તેણે પોતાના નવા કાયદાનો તાલો મેળવવા કરેલા યત્નમાં તેને ભારે નિરાશા મળવા સર્જીત થઇ હતી. એ જે પરિણામ મેળવવા માગતો હતો તેનો આધાર પૃથ્વીની ત્રિજ્યાના ચોક્કસ માપ પર હતો. એ આંકડો ખરો ન હોય તો આખી ગણત્રી ખોટી પડે. તે સમયે પૃથ્વીની ત્રિજ્યાના માપનો જે આંકડો સર્વત્ર સ્વીકારમાં આવનો હતો તેનો જ ઉપયોગ ન્યુટન ન કરે તો બીજું શું કરે ? અને કમનશીબે એ આંકડો ખોટો હતો. પૃથ્વીની ત્રિજ્યાનું માપ તે સમયની ગણત્રી મુજબ ૩૪૩૬ માઇલનું થતું હતું જ્યારે તેનું ખરૂં માપ ૩૯૬૩ માઇલ છે. આને પરિણામે દર સેંકડે ચંદ્ર પૃથ્વી તરફ $\frac{૧૬}{૬૦\times૬૦}$ ફીટ જેટલું અંતર ખેંચાવો જોઇએ તેને બદલે તે $\frac{૧૪}{૬૦\times૬૦}$ જેટલું અંતર સૂર્ય તરફ ખેંચાઇ આવતો જણાયો.

કસોટીના આવા પરિણામથી ન્યુટનને ભારે નિરાશા થઇ. પોતે લીધેલી પાયા રૂપ રકમો ખોટી છે એવી તેને શંકા જ હતી નહિ એટલે અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં બળ થાય એ પોતાની સૌ ગણત્રીના આધારરૂપ કાયદો છોડી દેવાની એને ફરજ પડી. આ બધું બન્યું ૧૬૬૬ માં.

આ કથાને બીજે પગથીએ પહોંચતાં આપણે ૧૬૮૨ ના વર્ષમાં આવી જઇએ છીએ. એ સાલમાં પિકાર્ડે રૉયલ સોસાઇટીની એક બેઠકમાં

તેણે શોધવા માંડયાં, પણ તે તુરત તેને હાથ ચઢયાં નહિ, એટલે તે જડે કે તુરત અને તેટલાં વહેલાં મોકલી આપવાનું તેણે તેને વચન આપ્યું. હૅલી તો ઉતાવળો ઉતાવળો લંડન ગયો અને નવેંબરમાં તો એ ગણત્રીનાં કાગળીઆં તેને મળ્યાં. ૧૬૮૫ની શરૂઆતમાં રૉયલ સોસાઇટીને એ કાગળીઆં પહોંચતાં કરવામાં આવ્યાં. દુનીઆના વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં હમેશને માટે સૌથી વધારે અગત્યના દસ્તાવેજ જેવી રહેનારી એ શોધને પ્રકાશમાં લાવવા માટે દુનીઆ હૅલીની ઋણી છે. હૅલી પોતે સગર્વ કહેતો તેમ 'આ એક્લીઝને પેદા કરનાર યુલીસિસ તે પોતે હતો.'

ન્યુટનની આ શોધની મહત્તા રૉયલ સોસાઇટી સમજતી નહતી એમ નહતું. તેણે ન્યુટનને પત્ર લખી તેની શોધખોળો છપાવી પ્રસિદ્ધ કરવાની રજા માગી. ન્યુટન સંમત થયો એટલે 'પ્રિન્સિપિયા અથવા મેથમેટિકલ પ્રિન્સિપલ્સ ઑફ નેચરલ ફિલોસોફી' નામનું એનું ચક્રવર્તી પુસ્તક દુનીઆને મળ્યું. આજકાલ જે કોઇ કુદરતી ફિલસુફીનાં પુસ્તકો મોજુદ છે તેમાં અપવાદ વગર તે સૌથી વધારે અગત્યનું છે એ નિઃસંદેહ વાત છે.

એ પુસ્તકને છપાવી તૈયાર કરવામાં હૅલીએ તસ્દી કે ખર્ચ કશામાં કંઇ બાકી રાખ્યું નહિ. અને તેમ કરવામાં તે વ્યાજબી હતો. તેને વિષે મત બાંધવાની યોગ્યતા ધરાવનારાઓમાં એ પુસ્તકને બહુ સારો આવકાર મળ્યો. પણ કેટલાક નિંદાખોર હતા અને તે ન્યુટન પર હુમલો કરતાં ખમચાયા નહિ. ન્યુટને દષ્ટિશાસ્ત્રના વિષયમાં કરેલા કામની બાબતમાં આગળ એક પ્રસંગે કર્યું હતું તેમ આ વખતે પણ ન્યુટન પર સૌથી વધારે કડવો અને ઝેરભર્યો હુમલો કરનારાઓમાં હૂક ખાસ હતો. આગળની પેઠે આ વખતે પણ પોતે એ શોધ ન્યુટન પહેલાં કરી હતી અને તેના

પુસ્તકને આધારે જ ન્યુટને એ પ્રશ્નનો ઉકેલ કર્યો હતો એવો દાવો તેણે રજુ કર્યો. આજ બધા સંમત થાય છે કે તે ગેરવ્યાજબી અને ખોટો દાવો હતો; એમ છતાં પોતાના પુસ્તકની બીજી આવૃત્તિમાં ગુરૂત્વબળ તેમજ સામાન્ય રીતે-સૂર્યમાળાના વિષયમાં રેન, હૂક અને હૅલી એ દરેકે આપેલા ફાળાનો ન્યુટને તો સ્વીકાર કર્યો છે. આગળ જે કહેવામાં આવ્યું છે તે ઉપરથી હૂક જોડેનો વાદ ન્યુટનને કેવો દુઃખકર હતો તેની આપણે બહુ સારી રીતે કલ્પના કરી શકીશું. પોતાનું આખું ત્રીજું પુસ્તક પૂરેપૂરું દાબી દેવા તે લગભગ તૈયાર થઇ ગયો હતો. તેણે હૅલીને લખ્યું હતું કે 'તત્ત્વજ્ઞાન એવી ઉદ્ધત અને કજીયાખોર બાઇ છે કે તેની જોડે વહેવાર રાખવા કરતાં કોર્ટોમાં લડતા રહેવું એ બહેતર છે. આ તો હું કયારનો સમજી ચુકયો છું. અને હવે તો હું તેની પાસે જાઉં છું કે તરત મને ચેતવણી મળી જાય છે.' સારે નશીબે હૅલી તેને તે પગલું ન ભરવા મનાવી શકયો અને તેને પરિણામે દુનીઆને તેનું આખું અને અણુટંકાવેલું પુસ્તક મળવા પામ્યું છે.

એ પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિનાં પરિણામ કેવાં થયાં છે ! એરિસ્ટૉટલના સંપ્રદાયથી પગલે પગલે વછુટી પડતી આવેલી દુનીઆ આગળ એ પુસ્તકે એક નંદન નવું દર્શન રજુ કર્યું. હવે દુનીઆને 'કાર્ટેઝિયન' દૃષ્ટિબિંદુ સ્વીકારવાનું શિક્ષણ મળી ચુકયું હતું. ન્યુટનને પોતાને ડેકાર્ટનો 'વમળવાદ' એક 'જીવતા જાગતા વાદ તરીકે શીખવવામાં આવ્યો હતો. આપણે જોયું છે કે કોઇપણ સ્વીકારેલા અને સ્થિર થયેલા વાદને દુનીઆ ઝડપથી છોડવા તૈયાર હોતી નથી, એટલે વોહરેઅરે તેના સમકાલીનોને 'ઘોચ પરોણો' કરી ઉભા કર્યા અને સાફ દેખાતાં તથ્યોની મોઢા મોઢ ઉભા રહી તે તપાસવા જેટલા જાગ્રત કર્યા, ત્યાં સુધી ખંડભૂમિ પર ન્યુટનની દૃષ્ટિએ રચાયેલા ભૌતિક શાસ્ત્રે બહુ ધીમી પ્રગતિ કરી, તે જોઇ

આપણને આશ્ચર્ય લાગતું નથી. ઇંગ્લેંડમાં ડેકાર્ટના દર્શનને છોડી ન્યુટનના નવા દર્શનનો સ્વીકાર ખંડ ભૂમિ કરતા ઘણો વધારે ઝડપી થયો અને ન્યુટન મરણ પામ્યો તે અરસામાં તો તેના દેશનો વૈજ્ઞાનિક મત તેના શિક્ષણની સંગીન તરફદારી કરતો થઇ ગયો હતો.

## ૭ ન્યુટનની ગણિતની શોધો

અત્યાર સુધીમાં આપણે દૃષ્ટિશાસ્ત્ર તથા યંત્રશાસ્ત્રમાં ન્યુટને કરેલી શોધખોળોનો વિચાર કર્યો છે. હવે શુદ્ધ ગણિતના ક્ષેત્રમાં તેણે આપેલા ફાળાનો વિચાર આપણે કરવાનો છે. છેક ૧૬૬૫ જેટલું વહેલું અને તે માત્ર ત્રેવીશ વર્ષનો હતો તે વખતે 'બાયનોમિયલ થીઓરમ'ની શોધથી તેણે એ કામની શરૂઆત કરી. બાયનોમિયલ થીઓરમનું ખરું સ્વરૂપ એ ભાગ્યે જ આ પુસ્તકની વસ્તુ થઇ શકે. અહીં તો અમે એટલી જ ટીકા કરીશું કે એ શોધ ન્યુટનની માનસિક પ્રગતિના પહેલા પગથીઆરૂપ હતી. વક્રરેખાથી મર્યાદિત થયેલા અવકાશનું ક્ષેત્રફળ શોધવાના તેમજ વક્રરેખાની લંબાઇ જાણવાની (યુગજુના) પ્રશ્નના ઉકેલ માટે એ શોધ માત્ર એક હથિયારરૂપ–ગણિતના હથિયારરૂપ હતી.

આજે આપણે જેને ડિફરેન્શિયલ અને ઇન્ટિગ્રલ કેલ્ક્યુલસને નામે ઓળખીએ છીએ તથા ન્યુટન જેને 'થીઅરી ઑફ ફ્લક્ષન્સ' કહેતો એ તપાસણીની અદ્‌ભૂત અને ફળદ્રુપ પદ્ધતિના સર્જનમાં બાય નોમિયલથીઓરમ માત્ર એક આગલા ડગરૂપ હતું.

ગણિતના ક્ષેત્રમાં ન્યુટને કરેલા કામનું ગણિતના વિષયનો બિન માહિતગાર આદમી સમજે એવી ભાષામાં વર્ણન કરવું અઘરું છે એટલે એ વિષય અત્રે બહુ ટુંકામાં જ પતાવીશું.

'ફ્લક્ષન' શબ્દ પ્રવાહનો સૂચક છે એટલે ન્યુટનની 'થીઅરી ઑફ ફ્લક્ષન્સ'ને આપણે 'પ્રવાહવાદ' એવું નામ આપી શકીએ.

ન્યુટનનો એવો ખ્યાલ હતો કે ભૂમિતિ પરિમાણના તમામ નમૂના, સતત ગતિ કે પ્રવાહને પરિણામે પેદા થયેલા ગણી શકાય એમ છે. દાખલા તરીકે કોઇ બિંદુની સીધી લીટીમાં થતી ગતિને પરિણામે સીધી લીટી બને છે અને કોઇ લીટીની થતી ગતિને પરિણામે તલ પેદા થાય છે અને તલની ગતિથી ઘન પેદા થાય છે, અને એજ રીતે બીજાં ભૂમિતિ પરિમાણો પેદા થાય છે. આમ હોવાથી આ ગતિવાન પરિમાણોના વેગને ન્યુટને ' પેદા થતા પરિમાણનો પ્રવાહ ' એવે નામે દર્શાવવાનું શરૂ કર્યું. આમ કરતાં અતિશય નાના સમયના ગાળામાં પરિમાણમાં થતાં અતિસૂક્ષ્મ વૃદ્ધિ કે ક્ષયનો વિચાર તેણે કર્યો અને તે માપવાની પદ્ધતિ યોજી.

અતિસંક્ષેપમાં ઉપર મુજબ તેણે કરેલી નવી શોધનું વર્ણન આપવાનો અમે યત્ન કર્યો છે. અમને ભય છે કે એમ કરતાં અમે એ વિષયનો બહુ જ અસ્પષ્ટ અને ઝાંખો ખ્યાલ આપી શકયા છીએ. એનું આ નવું સર્જન તદન એના એકલાની પ્રતિભાનું જ પરિણામ નહતું. કેંબ્રિજમાં તેના શિક્ષક અને અધ્યાપક ડૉ. આઇઝાક બૅરોનો નિર્દેશ અમે અગાઉ કરેલો જ છે. ન્યુટનના આ નવા વાદના યશનો ઇતિહાસે તેને પણ કાંઇક અંશે ભાગી કરવો પડશે, કારણ કે તે પોતે એ પ્રશ્નમાં રસ લેતો હતો એટલું જ નહિ પણ તેની સામે થયેલી વાતચીતો તથા ચર્ચા દ્વારા ન્યુટનને તેના ઘણા ખ્યાલો મળેલા એ તો નિઃસંદેહ છે.

'ડિફરેન્શિયલ કેલ્કયુલસ'ના અભ્યાસીઓ જોઇ શકયા હશે કે ' ફ્લક્ષનલ ' ગણિતમાં ન્યુટને જે અંક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કર્યો હતો તે આજે વપરાતી નથી. ' કેલ્કયુલસ 'માં આજે ચાલતી અંક પદ્ધતિ ગોટફ્રાઇડ વિલ્હેમ લાઇબ્નિત્ઝની નવી શોધ છે અને ખરેખર આ ગાળાનો ગણિતનો ઇતિહાસ મોટે ભાગે ' કેલ્કયુલસ 'ની શોધ

માટેના એ બે મહાપુરુષોના પ્રતિસ્પર્ધી હકોની બાબતમાં થયેલી દુઃખદ ચર્ચાનો જ ઇતિહાસ છે.

## ૯ કલન અથવા 'કેલ્કયુલસ'નો ઝઘડો

પોતાના લેખો પ્રસિદ્ધ કરવાની બાબતમાં ન્યુટનનાં આનાકાની તથા સંકલ્પવિકલ્પો, હમેશની માફક આ પ્રસંગે પણ મોટે ભાગે આવો ઝઘડો થવાનાં કારણરૂપ થયા હતા. આપણે જાણીએ છીએ કે ૧૬૬૬ માં તેણે પોતાના 'પ્રવાહવાદ'નો ઉપયોગ કર્યો હતો. આપણે એ પણ જાણીએ છીએ કે એ વાદના લેખની હસ્ત લેખી પ્રતો ૧૬૬૯ માં તેના મિત્ર તથા શિષ્યોમાં ફેરવવામાં આવી હતી. આમ છતાં ઠેઠ ૧૬૯૩ સુધી એના એ વાદની પૂરી પ્રસિદ્ધિ થવા પામી નહિ. હવે આ બીનાને 'કેલ્કયુલસ'ની બાબતમાં લાઇબનિઝે આપેલી હકીકત જોડે સરખાવો. ન્યુટને પોતાના 'પ્રવાહવાદ'નો પહેલ વહેલો ઉપયોગ કર્યો ત્યાર પછી નવ વર્ષે ૧૬૭૫માં લાઇબનિઝે 'કેલ્કયુલસ'નો ઉપયોગ પહેલ વહેલો પોતાની નોંધપોથીઓમાં કર્યો. ૧૬૭૭ માં તેણે એ વિષે ન્યુટનને લખ્યું અને ન્યુટનનો વાદ પ્રસિદ્ધ થયો તે પહેલાં નવ વર્ષ અગાઉ ૧૬૮૪ માં તેણે તેને પહેલીવાર પ્રસિદ્ધ કર્યો.

તો પછી 'કેલ્કયુલસ'ની નવી શોધ ખરી રીતે કોણે કરી ! 'પ્રવાહવાદ' ન્યુટને પહેલો તૈયાર કર્યો હતો એ બાબતમાં તો કોઇ જાતની શંકા જન્માની નથી. પ્રશ્ન તો માત્ર એટલો જ ઉભો થાય છે કે લાઇબનિઝે 'કેલ્કયુલસ'ની પદ્ધતિ ન્યુટનથી સ્વતંત્ર રીતે યોજી કે તેને એ ખ્યાલ ન્યુટન પાસેથી જ મળ્યો ! આનો પૂરો જવાબ મોટે ભાગે લાઇબનિઝની સચ્ચાઇ પર અવલંબી રહેલો છે. એ બાબતમાં શંકા લઇ શકાય એમ છે ખરો ત્યારે આપણે બધી હકીકત તપાસીએ.

૧૬૭૩ માં લાઇબનિઝ ઇંગ્લેંડ આવ્યો હતો અને રેાયલ સેાસાઇટીના મંત્રી ઓલ્ડેનબર્ગને મળ્યો હતો. તે વખતે તેનેા ગણિતના વિષયમાં પ્રવેશ જ ન હતો. ત્યાર પછી થેાડે સમયે તે એ વિષયમાં રસ લેતો થયો ત્યારે તેની અદ્દભુત માનસિક શક્તિને બળે, તે સમયે તે વિષયમાં જે કાંઇ જણાયલું હતું તે થેાડા સમયમાં ગ્રહણ કરવા તે શક્તિવાન થયો. ઇંગ્લેંડ છેાડયા બાદ તેણે ઓલ્ડેનબર્ગ જોડે મૈત્રીભર્યો પત્ર વ્યવહાર ચાલુ રાખ્યો હતો અને ૧૬૭૬ માં ઓલ્ડેનબર્ગે તેને ન્યુટનના 'પ્રવાહવાદ'ની હકીકત ગુપ્તાક્ષરીમાં મેાકલી આપી હતી. ૧૬૭૭ માં 'પેાતે નવી શેાધેલી અને જેને પેાતે ડિફરેન્શિયલ કેલ્ક્યુલસ'નું નામ આપ્યું હતું તે પદ્ધતિનેા ટુંકેા અહેવાલ' મેાકલી આપી લાઇબ્નિઝે ઓલ્ડેનબર્ગના પત્રનેા જવાબ વાળ્યો. ૧૬૮૪ માં પેાતાના 'આક્ટા એર્યુડિટેારિયમ' નામના પત્રમાં લાઇબ્નિઝે એને ચેાક્કસ રીતે પ્રસિદ્ધ કરી.

હવે સ્થિતિ એવી થઇ કે લાઇબ્નિઝનું 'કેલ્ક્યુલસ' પ્રસિદ્ધ થઇ ખંડભૂમિ પર વેગે પ્રસરતું હતું ત્યારે ન્યુટનનેા 'પ્રવાહવાદ' અપ્રસિદ્ધ હતેા અને તેના થેાડા મિત્રો સિવાય બીજા કેાઇને તે જાણીતેા થયેા નહતેા. અને ખરેખર એ પણ કરમની કહાણી છે કે એ વિષય જોડે સબંધ ધરાવતું ઇંગ્લાંડમાં પહેલું જ પ્રસિદ્ધ થયેલું પુસ્તક ક્રેગનું હતું અને તેણે સ્પષ્ટ રીતે એ પુસ્તકના મૂળ તરીકે લાઇબ્નિઝને સ્વીકાર્યો હતેા.

શરૂઆતમાં તેા એ બે પ્રતિસ્પર્ધીઓ વચ્ચે ઝઘડા જેવું કાંઇ હતું નહિ. તે બંને એ બાબતમાં સંમત થતા જણાતા હતા કે એ બંને પદ્ધતિઓ પ્રમાણિકપણે તથા એક એકથી સ્વતંત્ર રીતે શેાધવામાં આવી છે પણ બહારના સંજોગેાને લીધે તેઓ ધીમે ધીમે

ગરમી એક સરખીજ રહે છે એ સિદ્ધ કરનાર પહેલો તેજ હતો. ભૂસ્તરવિજ્ઞાનમાં, ચુંબકત્વમાં, વિજળીમાં અને એકંદરે કુદરતી તત્ત્વજ્ઞાનની લગભગ દરેક શાખામાં તેને રસ હતો.

તેની મહાન ઉત્કૃષ્ટ કૃતિ 'પ્રિન્સિપિયા'નાં ત્રણે પુસ્તક ન્યુટને ૧૬૮૭ નાં અરસામાં પૂરાં કર્યાં હતાં. એજ વર્ષમાં રાજા તથા કેમ્બ્રિજ વિદ્યાપીઠ વચ્ચે એક જાણવાજોગી અથડામણનો પ્રસંગ ઉભો થયો અને તેમાં ન્યુટન પણ ભેરવાઇ પડયો. રાજા જેમ્સ બીજાએ કેમ્બ્રિજ વિદ્યાપીઠના સત્તાધારીઓ પર એવો હુકમ કાઢયો હતો કે ફાધર ફ્રાંસિસ નામના બેનીડિકટાઇન સાધુને આધિપત્ય તથા સર્વશ્રેષ્ઠત્વના સ્વીકારનાં શપથ લેવડાવ્યા વગર માસ્ટર ઑફ આર્ટસની ઉપાધિ આપવી. આ હુકમ વિદ્યાપીઠને પોતાનાં હક અને અધિકારના ભંગ જેવો લાગ્યો એટલે તેમણે રાજાનો તે હુકમ માનવાની ના પાડી. રાજસત્તાના અનાદરના આરોપનો જવાબ આપવા વિદ્યાપીઠના વાઇસ-ચેન્સેલરને લંડન આવવાનો હુકમ આપવામાં આવ્યો. ઉચ્ચ ન્યાયાધીશોમાં વિદ્યાપીઠના હકોની રક્ષા કરવા માટે તે પોતાની જોડે નવ સભ્યોનું પ્રતિનિધિમંડળ લઇ ગયો. એ મંડળમાંનો એક સભ્ય ન્યુટન હતો. એ બધી વિધિમાં તેણે એવી સફળતાથી આગળ પડતો ભાગ ભજવ્યો કે રાજાને નમવું આપવું પડયું. આના બદલા તરીકે ૧૬૮૮ માં તેને વિદ્યાપીઠના સભ્ય તરીકે પાર્લામેંટમાં ચુંટી કાઢવામાં આવ્યો. આ પાર્લામેંટ ૧૬૮૯ માં બરખાસ્ત કરવામાં આવી એટલે પોતાની અધ્યાપકની ફરજો બજાવવા તે કેમ્બ્રિજ પાછો ફર્યો.

આ બધો વખત તેના પર કામનો બોજો બહુ ભારે હતો, અને હવે તે તેને દાબવવા લાગ્યો. ૧૬૯૨ માં પચાસ વર્ષની વયે તેની

ખીયેત ગંભીર રીતે લથડી પડી. સાધારણ રીતે તે બહુ શરમાળ, વેનથી અને કાંઇક અતડો તો હતો જ તેમાં વળી તેનામાં ચીડિયાપણું તથા ભુલકણું આવ્યું. અનિદ્રાના હુમલાથી તેની ઉપર જણાવેલી માનસિક સ્થિતિ વળી વધારે વકરી ગઇ. એક દિવસ વહેલે પરોઢે પોતાના મેજ પર બળતી મીણબત્તી મૂકી તે સવારની પ્રાર્થનામાં ગયો. ત્યાંથી પાછા ફરતાં તેને જણાયું સળગતી મીણબત્તી ઉથલી પડવાથી આગ લાગી મેજ પરનાં તમામ કાગળીઆં બળી ગયાં હતાં. એમ કહેવામાં આવે છે કે તેના કુતરા ' ડાયમંડે ' એ મીણબત્તી પાડી નાંખી હતી. એ આગ લાગવાનું કારણ ગમે તે હોય, પણ તેની ખૂબ મહેનતના પરિણામ રૂપ તેનાં કેટલાંક કિંમતી કાગળીઆંનો સંદતર નાશ થઇ ગયો. એ બનાવથી ન્યુટનને ભારે આઘાત થયો. તેણે મી. પેપીસને લખ્યું હતું કે ' જે મુશીબતમાં હું આવી પડયો છું તેથી મને બહુ જ સંતાપ થાય છે. છેલ્લા બાર મહિના એ કારણે હું જંપીને સુતો નથી કે પેટ ભરીને ખાધું નથી. તેમજ મારૂં મન પહેલાં જેવું એકસરખી રીતે કામ કરવાની શકિત ધરાવતું નથી. '. આ પછી એક મંદોતસાહનો ગાળો આવ્યો. કેટલાક કહે છે કે તેના મગજ પર કાંઇક અસર પહોંચી હતી. પણ એ બહુ જ ન સંભવે એવી વાત છે. તેની હમેશની એકાગ્રતાની શકિતનો થોડા સમય માટે લોપ થયો હતો એ વાતની તો શંકા જ નથી, પણ તે સિવાય ચીડિયાપણું તથા મજ્જાઓની કમજોરીને કારણે થતા અલ્પકાલિક લથડાટ વગર બીજું વધારે કાંઇજ નહતું.

થોડાજ સમયમાં તેણે પોતાનાં પહેલાનાં આરોગ્ય તથા માનસિક સ્થિતિસ્થાપકતા પાછાં મેળવ્યાં. ૧૬૯૪ માં ઇંગ્લેંડના પહેલા રાજખગોળશાસ્ત્રી ફ્લામસ્ટીડ જોડે, ચંદ્રગતિ જોડે સંબંધ ધરાવતા કેટલાક પ્રશ્નોની ચર્ચામાં લાગેલો આપણે તેને જોઇએ છીએ.

એજ વર્ષમાં, પાછળથી લૉર્ડ હૅલિફાક્ષ થયેલો તેનો પાર્લામેંટનો મિત્ર મી. મોન્ટેગ 'ચેન્સેલર ઑફ ધ એક્ષ્ચેકર'' એ પદ પર નીમાયો. તે જગાએ પોતાનું કામ કરતાં કરતાં, તે સમયે બહુ હલકા પડી ગયેલા સિક્કાઓ સુધારવાના પ્રશ્નમાં તે રસ લેતો થયો હતો. આના સંબંધમાં ૧૬૯૫ માં મોન્ટેગે ન્યુટનને 'વૉર્ડન ઑફ ધ મિન્ટ'ની જગા આપવાની માગણી કરી. એ જગાનો પગાર વર્ષે કેટલાય સો પાઉન્ડ જેટલો હતો. તે જગાનું કામ તેના વિદ્યાપીઠના અધ્યાપકના કામની આડે એવું નહિ હોવાથી, ન્યુટને તે માગણીનો સ્વીકાર કર્યો. વિજ્ઞાનના પરિચયને લીધે, ફરી સિક્કા પાડવાનું કામ બહુ કુશળતાથી પાર પાડવા તે શક્તિમાન થયો. તેની એ સેવાના પારિતોષિક તરીકે ૧૬૯૭ માં, બહુ વધારેલા પગારે 'માસ્ટર ઑફ ધ મિન્ટ'ના પદે તેને ચડાવવામાં આવ્યો. ત્યારબાદ થોડે સમયે ૧૬૯૯ માં પારિસની 'એકેડેમી ઑફ સાયન્સિઝ'નો સભ્ય નીમી ફ્રાંસે તેને અદ્વિતીય માન આપ્યું.

ન્યુટન પોતાની જવાબદારી સમજનારો માણસ હતો એટલે તેને થોડા જ સમયમાં સમજાઈ ગયું કે પોતે યોગ્ય રીતે અદા કરી શકે તેથી વધારે ફરજો તેણે માથે લીધી હતી. આપણે યાદ રાખવું જોઈએ કે કેમ્બ્રિજના અધ્યાપક પદના, તેમજ માસ્ટર ઑફ ધ મિન્ટના કામ ઉપરાંત તે આ વખતે તેના 'પ્રવાહવાદ'ની બાબતમાં ઉભા થયેલા કડવાશભર્યા વાદમાં ભેરવાઈ પડયો હતો. આથી ૧૭૦૨ માં તેણે કેમ્બ્રિજ વિદ્યાપીઠના અધ્યાપકપદનું રાજીનામું આપ્યું. ૧૬૬૦ થી માંડી અત્યારસુધી નીભેલો ટ્રિનિટી કૉલેજ જોડેનો તેનો માનભર્યો સંબંધ આ રીતે પૂરો થયો.

આ પગલાથી તેના જીવનના પ્રધાન કાર્યનો અંત આવેલો

ગણી શકાય. તેની કારકીર્દિનાં અંત પચીશ વર્ષનાં ખાસ લક્ષણરૂપ વૈજ્ઞાનિક સક્રિયતાની આટલી બધી શાખાઓમાં તેણે કરેલી ઝળકતી શોધોને સ્થાને તેની નોકરીને અંગે ટંકશાળમાં કરવી પડતી એક સરખી મહેનત કરવાનું હવે તેને પ્રાપ્ત થયું. એ કામની પૂરવણી રૂપે તે તેના સમકાલીનોના વિજ્ઞાનના કાર્યમાં બહુ સક્રિય રસ લેતો હતો. અને તે ઉપરાંત આપણે આગળ જોયું છે તેમ યુરોપની ખંડભૂમિ પરના તેના નિંદકોના હુમલા સામે પોતાના ભૂતકાળના કાર્યનો બચાવ કરવામાં પણ રોકાયો હતો.

૧૭૦૩ માં તેણે પોતાનું અધ્યાપકપદ ખાલી કર્યું અને તેજ વખતે તે રૉયલ સોસાઇટીનો પ્રમુખ ચુંટાયો. ૧૭૦૫ માં રાણી એન તરફથી તેને 'નાઇટહૂડ'નું માન મળ્યું. તેની વિદ્યાપીઠે પણ ફરીવાર તેને પોતાના પાર્લામેંટના પ્રતિનિધિ તરીકે ચુંટી કાઢયો. આમ ટંકશાળ, પાર્લામેંટ તથા રાજદરબાર કે જેમાં તે બહુ માનીતો થઇ પડયો હતો તે બધાના કામમાં રોકાતાં, તે વ્યાખ્યાનો આપતો, પ્રયોગો કરતો તથા ગણત્રીઓ કરતો એવા તેના નિત્ય જીવન ક્રમ જોડે સરખાવતાં તેનો હાલનો નિત્ય જીવન ક્રમ કેટલો બધો ભિન્ન જણાતો હતો !

આમ છતાં ગણિત અને વિજ્ઞાનની દુનીઆમાં તે હજી પ્રથમ પંક્તિનો સત્તાધારી રહ્યો હતો. આ સમયે ગણિતના વિષયમાં આંતર રાષ્ટ્રીય ચડસાચડસીનું વાતાવરણ ઉભું થવા પામ્યું હતું, અને તેણે બહુ વિચિત્ર રૂપ લીધું હતું. એ ચડસાચડસીમાં સામ સામા પડકાર ફેંકવામાં આવતા હતા. એક આદમી એક એવો અઘરો પ્રશ્ન તૈયાર કરે કે જેના ઉકેલમાં ઘણીવાર ખરેખરી નવી શોધ કરવાની પ્રાપ્ત થાય. પછી તે પ્રશ્નનો ઉકેલ કરવાનો તે આખી દુનીઆને પડકાર કરે. એમ માની લેવામાં આવતું કે આમ પડકાર

કરનારની પાસે તે પ્રશ્નનો ઉકેલ તૈયાર હોય જ. આમ પડકાર કરવામાં તેમ કરનારનો હેતુ પોતાના સમકાલીનો પર પોતાની સરસાઈ જાહેર કરવાનો રહેતો. બ'ને બર્નોલીઓ, હ્યુજન્સ, લાઇબ્નિઝ દ. લ. હૉપિટલ, અને ન્યુટન એવા એવા તે સંબંધના બધા મોટા ગણિતવેત્તાઓ આમ પડકાર આપવામાં ભાગ લેતા હતા. આમાં ન્યુટનને કોઈ મહાત કરી શકતું નહિ. દાખલા તરીકે એક બિંદુએથી બીજા બિંદુએ લઘુત્તમ સમયમાં કોઈ દ્રવ્યપિંડ ઉતરી પડે એવી સીધી લંબ રેખા સિવાયની બીજી કોઈ રેખાનું સ્વરૂપ શોધી કાઢવાનો પ્રશ્ન ૧૬૯૭ માં જૉન બર્નોલીએ રજુ કર્યો હતો. એ પ્રશ્નનો ઉકેલ શોધવામાં લાઇબ્નિઝે છ માસ ગાળ્યા અને પછી જીતના પુલાવામાં ન્યુટન પર એ પ્રશ્ન મોકલવાની સૂચના કરી. ન્યુટને ચોવીશ કલાકની અંદર એ પ્રશ્નનો પૂર્ણ ઉકેલ આપી દીધો. નનામી રીતે તેણે એ ઉકેલ પ્રસિદ્ધ કર્યો, પણ બર્નોલિએ તુરત જ તેમાં તેનો હાથ પારખી કાઢયો અને તે બોલી ઉઠયો કે 'સિંહ તેના પંજાથી ઓળખાય છે.' ૧૭૧૬ માં એક બીજે પ્રસંગે લાઇબ્નિઝે બીજો એક પ્રશ્ન રજુ કર્યો. આખા દિવસના કામના થાકને અંતે બપોરના ન્યુટનને તે પ્રશ્ન મળ્યો. તેમ છતાં પાંચ કલાકની અંદર તેણે તેનો જવાબ આપી દીધો.

તેના જીવનના પહેલાના દિવસોની પેઠે વૃદ્ધાવસ્થા દરમિયાન પણ આ મહાપુરુષ એવો ને એવો શરમાળ, વિનંપી અને ભાળી પ્રકૃતિનો રહ્યો હતો. પોતાની કે બીજા કોઈની બાબતમાં તે ભાગ્યે જ અંગત ચર્ચાની વાતો કરતો, છતાં તે બધાની સાથે 'તે બહુ ખુલ્લા દિલનો અને મજાતારો હતો અને પોતે જે મંડળીમાં બેઠો હોય તેની સપાટીએ જ પોતાની જાતને મૂકી વર્તતો.' દેખાવે તે મધ્યમ કદનો અ[illegible] ના પાછલા ભાગમાં કાંઈક સ્થૂલ થવાનું વલણ બતાવતેલાથી તેના જીર્ણ પહોળું અને સામાન્ય ચહેરો રેખાદાર

હતો. ત્રીશ વર્ષની ઉમરથી જ તેના વાળ વળવા માંડયા હતા અને બહુ જલદીથી તે ચાંદી જેવા સફેદ થઇ ગયા. એને પરિણામે તેનો ચહેરો બહુ આદરણીય થઇ ગયો હતો. તેને કોઇ જાતની રમત ગમતનો શોખ નહતો અને તે કોઇ પ્રકારની કસરત પણ કરતો નહતો. દિવસના અઢાર કલાક સખત કામ કરવું અને ઊંડું મનન કરવું એ તો એનું રોજનું કામ થઇ પડયું હતું.

કોઇ પ્રશ્નના ઉકેલમાં તે એકતાર થયો હોય તે સમયના તેના શૂન્યચિત્તની વાતો દંતકથારૂપ છે. એક વાર ઘોડે બેસીને ઘેર આવતો હતો તેવામાં રસ્તામાં એક ઉભા ઢાળની ટેકરી પર ઘોડાને છુટો ચરાવવા તે નીચે ઉતરી પડયો. ટેકરીની ટોચે પહોંચતા તે તે તેની વિચારસમાધિમાંથી જાગ્રત થયો અને જુએ છે તો તેનો ઘોડો ચોકડું સરકાવી ચાલતો થયો હતો અને તેના હાથમાં માત્ર ચોકડું જ રહી ગયું હતું. બીજે એક પ્રસંગે વધારે દારૂ લાવવામાટે તે પોતાના પરોણાઓને છોડીને ગયો અને પછી તો પરોણા આવ્યાની વાતજ ભુલી ગયો અને પછીથી તેના અભ્યાસગૃહમાં સખત કામે લાગેલો તે જોવામાં આવ્યો હતો. વળી બીજી એક વાત એવી છે કે તેનો મિત્ર ડૉ. સ્ટુકેલી એકવાર તેને મળવા આવ્યો હતો. ન્યુટન તો કાંઇ બહાર ગયો હતો, પણ તેના મેજ પર ભોજનની સામગ્રી ગોઠવેલી તૈયાર હતી. થાળી પરનાં ઢાંકણાં ઉપાડી ડૉ. સ્ટુકેલીએ ભોજન કરી લીધું અને પછી થાળીઓ પર હતાં તેમ ઢાંકણાં ઢાંકી દીધાં. પાછળથી ન્યુટન આવ્યો ત્યારે ડૉ. સ્ટુકેલીનો સત્કાર કરી ભાણા પર બેઠો અને થાળીઓ પરનાં ઢાંકણાં ઉપાડ્યાં. થાળી ખાધેલી જોઇ તે બોલ્યો. 'અત્યારની મેં જાણ્યું કે મેં ખાધું નથી, પણ હવે મને દેખાય છે કે મેં તો ખાઇ લીધું છે.' આમને આમ વર્ષો પર વર્ષો પસાર થવા લાગ્યાં. કાંઇને કાંઇ માનસિક વ્યવસાયમાં તે હમેશાં લાગેલો રહેતો. આશરે એંસી વર્ષનો

થયો ત્યાં સુધી તેનું આરોગ્ય એકસરખું ટકી રહ્યું હતું. ત્યારબાદ તેને ગૉઉટ અને બીજા વ્યાધિઓની ઉપાધિ થવા લાગી પણ વ્યાધિઓના હુમલા વચ્ચેના ગાળામાં તેની માનસિક શક્તિઓ જેવી ને તેવી બની રહી હતી. હવેનો તેનો ઘણો ખરો સમય ઇશ્વરજ્ઞાનના અભ્યાસમાં જતો. ૧૭૨૭ના ફેબ્રુઆરીની ૨૮ મી તારીખે રૉયલ સોસાઇટીની એક બેઠકમાં હાજરી આપવાની ભૂલ તેણે કરી, અને તે પ્રસંગે લાગેલા થાકની અસરથી તે કદી મુક્ત થવા પામ્યો નહિ. માર્ચની ૧૮ મીએ તે બેશુદ્ધ થઇ ગયો અને ૮૫ વર્ષની વયે ૨૦ મી માર્ચે શાંતિથી તે આ દુનીઆ છોડી ગયો.

પ્રજાએ તેની યાદદાસ્તને અપાય તેટલું માન આપ્યું. એક અઠવાડીઆ સુધી તેનું શબ ઉત્તમ મુખદર્શન માટે રાખી મુકવામાં આવ્યું હતું. માર્ચની ૨૮મીએ તેને વેસ્ટમિન્સ્ટર એબીમાં દફનાવવામાં આવ્યો અને પાછળથી એ જગાએ તેની યાદગીરિમાં એક સુંદર સ્મારક ઉભું કરવામાં આવ્યું હતું.

તેનાં જીવન અને ચારિત્રની પ્રશસ્તિઓ કુંડીબંધ મોજુદ છે. એમાંની સૌથી વધારે જાણવા જેવી એક લાઇબ્નિઝની છે. ન્યુટન વિષે તે શું ધારે છે એમ પ્રુશિયાના રાણીએ પૂછ્યું ત્યારે તેનો જવાબ નીચે મુજબ હતોઃ 'દુનિઆની શરૂઆતથી ન્યુટનના સમય સુધીના ગણિતશાસ્ત્રીઓ લઇએ તો તેણે કરેલું કામ તે બધાના એકત્ર કામના અર્ધા કરતાં ય વધારે થવા જાય.' પ્રોફેસરના 'ડિસર્ટેશન'માંની નીચેની પ્રશસ્તિ પણ નોંધવા જેવી છેઃ—

'શુદ્ધ ગણિતમાં કરેલી અગત્યની શોધોમાં તેણે વળી કુદરતની ફિલસુફીની મોટામાં મોટી શોધોનો ઉમેરો કર્યો. તેના હાથમાંથી પસાર થતાં યંત્રશાસ્ત્ર, દ્દષ્ટિશાસ્ત્ર અને ખગોળમાં માત્ર સુધારો થયો એટલું જ નહિ, પણ તે નવા જેવાં બની ગયાં. તેની

કારકીર્દિની શરૂઆતમાં તેણે જ્ઞાન જે અવસ્થામાં જોયું હતું તેના કરતાં તદ્દન જુદી અવસ્થામાં તે લાવી શક્યો હતો અને મૂકી ગયો હતો તેવું બીજા કોઇએ કર્યું નથી. માણસોને નવાં સત્યો શીખવાનાં મળ્યાં એટલું જ નહિ, પણ સત્યશોધનની નવી પદ્ધતિઓ પણ શીખવાની મળી. અવકાશના એક એકથી બહુ દૂર આવેલા પ્રદેશો તથા સમયના બહુ દૂર આવેલા ગાળાઓને સાંધનાર મહાન સિદ્ધાંત લોકોના જાણવામાં આવ્યો. સમર્થ બુદ્ધિવાન કે આશાવાદી જેટલી ધારણા બાંધી શકે તેની બહુ પારની ભવિષ્યની શોધો એ સિદ્ધાંતને આધારે થવાની હતી.'

જે સ્થિતિમાં વિજ્ઞાન તેણે જોયું હતું તેને તેણે જે સ્થિતિમાં છોડ્યું તેની સાથે સરખાવતાં તેનું કામ ખરેખર એક નવાં દર્શનરૂપ હતું. પોતે કરેલાં કામની બાબતમાં તેનો પોતાનો ખ્યાલ તેના સ્વભાવને અનુરૂપ રીતે બહુ વિનયભર્યો હતો અને તે ખરેખર નોંધવા યોગ્ય છે, એટલે તે આપી અમે તેની જીવનકથા પૂરી કરીશું. એના મરણ પહેલાં થોડા જ સમય પર તેણે લખ્યું છે કે 'દુનીઆ મારા પરિશ્રમ વિષે શું ધારશે તે હું જાણતો નથી. પણ મને તો એમ જણાય છે કે હું તો માત્ર દરીયા કિનારે રમતા બાળક જેવો છું. મારા સાથીઓ કરતાં મને કોઇ કોઇ વાર જરા વધારે સુંદર પાંચીકો કે વધારે દેખાવડી છીપ જડી આવતી જ્યારે સત્યનો અમર્યાદિત સમુદ્ર મારી સામે અણશોધ્યો પડેલો હતો.'

---

# રૉબર્ટ બૉઇલ

---

## ૧. બાલ્યાવસ્થા

જે અપ્રતીમ પ્રતિભાવાળા પુરુષનાં જીવન અને કૃતિઓનો આપણે હમણાં જ અભ્યાસ કરી ગયા છીએ તેની સરખામણીમાં વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં નવો ચીલો પાડવાની બાબતમાં પહેલ કરનારા સામાન્ય પ્રતના આદમીની સિદ્ધિઓની યોગ્ય આંકણી કરવામાં ગંભીર અડચણ નડે એ અનિવાર્ય છે. આમ છતાંય ન્યુટનના જમાનામાં થઇ ગયેલા કાર્યકર્તાઓની ઝગઝગતી ટોળીને યોગ્ય અંજલિ આપવી જ જોઇશે. વૈજ્ઞાનિક પ્રતિભાવાળી વ્યક્તિઓની બાબતમાં આ ગાળો એટલો બધો સમૃદ્ધ હતો કે તેમાંના કોઇપણ એકની કૃતિઓનો અભ્યાસ કરવાનું હાથ ધરીએ અને જોડે જોડે સ્પષ્ટ રીતે એમ ન કહી દઇએ કે તે તેના સહકર્મચારીઓ કરતાં બહુ આગળ પડતી શક્તિ ધરાવે છે તે કારણે નહિ, પણ તેના સમયની પ્રતિભાવાન વ્યક્તિઓના એક સુયોગ્ય નમૂના તરીકે જ તેને પસંદ કરવામાં આવ્યો છે–તો તે બહુ અન્યાયભર્યું ગણાય. આ બાબતમાં અલબત્ત ન્યુટન એક નોંધવા જેવા અપવાદરૂપ છે.

આવી સમજૂતિ સાથે 'સંત અને વિજ્ઞાની' માન્યવર રૉબર્ટ બૉઇલના જીવનનો ટૂંકો અભ્યાસ આપણે કરવા માંડીશું. ન્યુટનના જમાનાના પહેલા પૂર્વાર્ધના ગાળામાં તે થઇ ગયો હતો, પણ બધા શાળામાં ભણતા વિદ્યાર્થીઓની જીભે તેનું નામ ચડાવનાર તેના પ્રખ્યાત 'બૉઇલના કાયદા'ને બાજુએ રાખતાં, તેના જીવનનો મુખ્ય કાર્ય–હેતુ પોતાના જીવનભરના જીવતા દાખલાના પ્રમાણ જોરે શોધ-ખોળની બાબતમાં પ્રયોગની અગત્ય શીખવવાનો હતો; એવો દાખલો

બેસાડવાની ખરેખર જરૂર હતી. ગેલિલીઓ અને ગિલ્બર્ટ જેવા નવસર્જન કરનારા અગ્રગામીઓની પછી આવનારા વિજ્ઞાનીઓ કાર્ટેઝિયન સંપ્રદાયના વિચારકો હતા અને તેઓ પૃથક્કરણ તથા પ્રયોગની પદ્ધતિ પસંદ કરતા હતા. લૉર્ડ વેરુલામ, ફ્રાંસિસ બેકન જાતે વિજ્ઞાની નહતો, છતાં શોધખોળ માટે પ્રયોગનો પાયો રાખવાની તેણે મજબૂત હિમાયત કરી હતી. પણ જે વાતનો તેણે ઉપદેશ કર્યો હતો તે રૉબર્ટ બૉઇલે આચારમાં મૂકી બતાવી હતી અને તેમ કરવામાં તેણે એવાં તો ધીરજ અને ચીવટાઇ બતાવ્યાં કે તેને પરિણામે તે વિજ્ઞાનના જ્ઞાન ભંડારમાં ઘણા સફળ ફાળાઓ આપી શક્યો એટલું જ નહિ, પણ તેથી દુનીઆના મોટા ફિલસૂફોમાં અગ્રસ્થાન મેળવવા તે પૂરો હકદાર થાય છે.

રૉબર્ટ બૉઇલ આઇરિશમેન હતો. ૧૬૨૭ ના જાન્યુઆરીની ૨૫ મી તારીખે અલ્સ્ટર પરગણાના લિઝમોર ગામમાં તે જન્મ્યો હતો. તે અર્લ ઑફ કૉર્ક, રિચર્ડ બૉઇલનો સાતમો પુત્ર હતો. તેનો પિતા પોતાની વંશાવળીને છેક સેક્સન લોકોના સમય સુધી લંબાવી શકતો હતો. 'ડુમ્ઝડે 'ની નોંધ મુજબ 'બિયુલ 'ના કુટુંબની હર્ટફર્ડશાયરમાં જમીનો હતી. રિચર્ડ બૉઇલ આયર્લૅન્ડમાં વસવા ગયો ત્યારે બૉઇલ કુટુંબ પાસે બહુ ધન નહતું. તે આપણને કહે છે કે ૧૫૮૮ માં તે ડબ્લિન પહોંચ્યો ત્યારે તેની બધી દોલત સત્તાવીશ પાઉન્ડ ત્રણ શિલિંગ રોકડા, એક હીરાની વીંટી, એક સોનાની બંગડી, પોતાનાં પહેરવાનાં કપડાં તથા એક ખંજર અને જમૈયો એટલી હતી, આમ છતાં તેણે ઠીક ઠીક સંપત્તિ મેળવી અને મન્સ્ટરમાંની સર વૉલ્ટર રેલેની બધી જમીન ખરીદી લેવા તે શક્તિવાન થયો હતો. ૧૫૨૦ માં તેને અર્લ ઑફ કૉર્ક બનાવવામાં આવ્યો હતો.

રૉબર્ટની મા કેથેરીન, તે દિવસોના આયર્લૅન્ડના મંત્રી સર જ્યોફ્રી

ફેન્ટનની એકની એક છોકરી હતી. તે રૉબર્ટને ત્રણ વર્ષનો મૂકી મરી ગઇ હતી, આથી નાના રૉબર્ટને ઉછેરી મોટો કરવાનું કામ તેના પિતાને હાથ આવી પડ્યું હતું. અર્લે પોતાને માથે આવી પડેલી આ જવાબદારી બહુ ગંભીરતાપૂર્વક માથે લીધી. છોકરાઓને તૈયાર કરવાની બાબતમાં તેના ખાસ ખ્યાલ હતા. તેને રૉબર્ટ માટે ખરા દિલનો પ્યાર હતો, પણ તે છોકરાને મોઢે ચડાવનાર નહતો અને તે જે કરે તેમાં તેને અટકાવનાર પત્ની હતી નહિ એટલે રૉબર્ટની મા જીવતી હોય તે વખતે તે પોતાના ખ્યાલોને અમલમાં મૂકી શકે તેના કરતાં તેમ કરવા તે હાલના સંજોગોમાં વધારે છૂટો હતો. એક જીવનકથાકાર લખે છે કે પોતાનાં છોકરાં પર સુરજનો તડકો ન પડવા દે કે તેના શરીરને જરાય પવને ન ભરાવા દે એવાં ખોટાં લાડ લડાવનાર મા બાપો તરફ એને એવો તો તિરસ્કાર હતો હતો કે તેણે રૉબર્ટને ગામડામાં રાખ્યો હતો અને એક બાઇને સોંપ્યો હતો અને તેને એવી સૂચના આપી હતી કે તે ખડતલ થાય એવી રીતે તેને ઉછેરવો. એમાં તો કાંઇ શંકા જ નથી કે સાદા જીવન તથા આરોગ્યપ્રદ ખુલ્લી હવાથી રૉબર્ટને બહુ લાભ થયો, પણ સાથે સાથે એક અણધાર્યું પરિણામ પણ આવ્યું. બાળકોને કેળવવાની બાબતમાં જુદો વાદ સ્વીકારવામાં આવ્યો હોત તો એ પરિણામ આવતું અટકાવી શકાત. ગામડામાં રૉબર્ટ જોડે રમનારા છોકરાઓમાંના કેટલાક તો તોતડા હતા. બાલ્યાવસ્થા એ તો નકલ કરવાની અવસ્થા છે એટલે, થોડા સમયમાં રૉબર્ટ પણ બોબડું, તોતડું બોલતો થયો. શરૂઆતમાં મશ્કરીમાં તોતડાની નકલ કરતાં આખરે તો તેને એમ બોલવાની પાછી ન ટળે એવી ટેવ પડી ગઇ અને તેના બાકીના આખા જીવનમાં રૉબર્ટ તોતડો જ રહ્યો.

આઠ વર્ષનો થયો ત્યારે તેના પિતાના જુના મિત્ર સર હેન્રી વૉટનના હાથ નીચે તેના ભાઇ જોડે શીખવા માટે તેને ઇંગ્લેંડમાં

ઈંગ્લૅન્ડ મોકલવામાં આવ્યો. અહીં રૉબર્ટ બહુ જલદીથી ફ્રેંચ અને લાટિન ભાષા શીખી ગયો અને બહુ ઉંચા પ્રકારની વિદ્વત્તાની નીશાનીઓ તેણે બતાવવા માંડી. કાંઇક અંશે તે તેના ગુરૂના પ્રેમ પક્ષપાતનો ભોગ થઇ પડયો હતો અને તે એ રીતે ' અયોગ્ય રીતે ઉપયોગ કરનાર વિદ્યાર્થીઓ પાસેથી દડા, ભમરડા અને એવાં એવાં આનંદનાં સાધનો લઇ લઇ તે તેને આપતો. ' બાળકના પ્રમાણમાં તે જોઇએ તે કરતાં વધારે અંતર્મુખપરાવણ હતો. તે પોતની જાતનો તથા પોતાના માનસિક વલણોનો બહુ આશ્ચર્યકારક પ્રમાણમાં અભ્યાસ કરતો. તે આપણને કહે છે કે ' અનિયમિત માનસિક વલણો પોતામાં અભિવૃદ્ધિ પામતી જોતો, ત્યારે વર્ગમૂળ અને ઘનમૂળના જેવા સાધારણ પ્રશ્નો છોડવાના કામમાં લાગી જઇ તે એ દોષ દૂર કરવાનો યત્ન કરતો હતો.' એ તો નક્કી જ છે કે આ ટેવને પરિણામે તે બહુ સચોટ વિચારક થયો. એક પ્રસંગે તેના સુવાના ઓરડાની દિવાલ અંદરની બાજુ તુટી પડી અને તેની પથારીની આસપાસ આવેલા પરદાથી જ તે ગંભીર ઇજામાંથી બચી જવા પામ્યો. પડતી દિવાલના રોડાં મરોડામાંથી એટલી બધી ધૂળ ઉડી કે તેનાથી તે જરૂર ગુંગળાઇને મરી જાત, પણ તેના ચપળ મગજે પોતાના મોંને ચાદરથી ઢાંકી લેવાની સૂચના કરી જેથી શ્વાસમાં લેવાની હવા તેમાંથી ગળાઇને આવે.

ફ્રાન્સમાં ચાર વર્ષ રહ્યા બાદ તેના પિતાએ તેને નિશાળેથી ઉઠાડી લીધો. ત્યાર પછીનાં ચાર વર્ષ તેણે સ્ટૉકવિજમાં એક ખાનગી શિક્ષકના હાથ નીચે ગાળ્યાં. હવે તેણે કવિતાઓ લખવા માંડી, બાઇબલનો અભ્યાસ કરવા માંડયો, તથા પોતાના શાળાજીવનના દિવસોની સંસ્મરણ પોથી લખવા માંડી. બાર વર્ષના છોકરા માટે આ ખરેખર બહુ ધ્યાન ખેંચનારૂં થઇ પડે એમ હતું અને તે જોતાં તેનામાં વિજ્ઞાનના બહુ વહેલા ખીલેલા વલણની તપાસ કર-

વાનું કોઈને પણ મન થઈ જાય એમ હતું. પણ તેનું તો કંઈ પણ નીશાન જોવામાં આવતું નહતું. દેખીતી રીતે તેની મનોવૃત્તિ આવેશપ્રધાન હતી. બાઈબલ મૂળ જે ભાષામાં લખવામાં આવ્યું હતું તે ભાષામાં તેનો અભ્યાસ કરવાની તીવ્ર ઇચ્છા તેણે બતાવી આ હેતુ સિદ્ધિ માટે ૧૬૩૮ માં એક મોટા ભાઈ જોડે તેને પરદેશ મોકલવામાં આવ્યો. બંને ભાઈઓને મ. મારકોંબ નામના એક ફ્રેંચ શિક્ષકને હવાલે સોંપવામાં આવ્યા હતા અને તેની ડહાપણભરી દોરવણી નીચે પરદેશમાં તેમણે તેમના સમયનો બહુ લાભદાયી રીતે સદુપયોગ કર્યો. પહેલાં તો એક ટુંકો અભ્યાસક્રમ પૂરો કરવા તેઓ હોસેંડની લેડનની વિદ્યાપીઠમાં દાખલ થયા. ત્યાંથી તેઓ ફ્રાંસ ગયા અને થોડો સમય લાયન્સમાં રહ્યા. અહીંયાં તેઓ સ્વિટ્ઝર્લેન્ડ ગયા અને થોડા સમય માટે જીનીવામાં રહી પડયા.

આ સ્થાને રાબર્ટ બૉયલને પ્રબળ ભાવાનુભવ થયો અને તે બહુ સ્પષ્ટરીતે કહ્યુંછે કે એને પરિણામે તેના બાકીના આખા જીવન દરમિયાન તેનામાં ધાર્મિક જીવન માટે ભારે લાલસાનું વલણ રહેવા પામ્યું હતું.

મધ્યરાત્રિએ થયેલા અસાધારણ જોરદાર ગાજવીજના તોફાનથી તે બહુ ભયભીત થઈ ગયો હતો, ત્રીજા પુરુષમાં લખેલા તેના પોતાના શબ્દોજ વાપરતાં:

"સમય ગ્રીષ્મકાળની ભારે ગરમીનો હતો એટલે જે બન્યું તેથી એવું બનવાની આગાહી તે ભાગ્યેજ કરે એમ હતું. તે ઋતુમાં અને આવા અકસ્માતોની અતિશય ભયાનકતામાં વધારો કરનાર મધ્યરાત્રિને સમયે જબરા ગાજવીજના કડાકાથી ભારે ભયભીત થયેલો તે ઉંઘમાંથી ઝબકી જાગી ઉઠયો. કડાકા તો એવા જબરા કે તેને એમજ લાગ્યું કે આ હવા લાગવાથી પૃથ્વીને દાઝીઆ

તાવતી પ્રજારી ગઈ હતી. દરેક કડાકાની પહેલાં તથા પછી વિજળીના ઝબુકા એવા ઉપરાચાપરી તથા આંખને ઝંખવી નાખે એવા થતા હતા કે તેને તે પૃથ્વીને બાળી ભસ્મ કરનાર પ્રલયકાળના અગ્નિની ઝાળો જેવા જણાતા હતા. પવન એવો સુસવાટા મારતો ફુંકાતો હતો કે તેના અવાજમાં ગાજવીજનો અવાજ દબાઇ જતો હતો અને ઝડી એવી તો ભયંકર વરસતી હતી કે તેની આંખે પહોંચે તે પહેલાં તે વિજળીને છાંટી બુઝાવી નાખતી જણાતી હતી. આ ભયંકર તોફાન લાંબો સમય ચાલતાં તેના દિલમાં પેદા થયેલો ભય બહાલ થયો કે કયામતનો દિવસ આવી પહોચ્યો છે. પોતે એ દિવસનું સ્વાગત કરવા તૈયાર નહતો અને તેમ કરવાની અયોગ્યતાની સ્થિતિમાં તે એકાએક તેના ઓચીંતા હુમલાનો ભોગ બન્યો હતો એ વિચારે તેણે પોતાના મનમાં નિશ્ચય કર્યો તથા શપથ લીધા કે તે રાત્રિએ તેણે કલ્પેલાં પરિણામનો ભય દૂર થવા પામશે તો હવે પછી તેના જીવનમાં જે કાંઇ વધારો થશે તેનો તે બહુ સાવધતાથી તથા ધાર્મિક રીતે ઉપયોગ કરશે. સવાર પડી અને પહેલાના જેવું નિર્મળ તથા વાદળ વગરનું આકાશ જોવામાં આવ્યું. તોફાન દરમિયાન તેણે કરેલા નિશ્ચયો તેણે એવા તો ગંભીરતાપૂર્વક બહાલ રાખ્યા કે પોતાનો હૃદયપલટો તે સમયથી થયેલો તે ગણે છે. '

પાછળથી તે બંને ભાઇઓ ઇટાલી ગયા અને ત્યાં બીજી જગાઓની સાથે સાથે તેમણે ફ્લોરેન્સની પણ મુલાકાત લીધી. અહીં રૉબર્ટે ગેલિલીઓનાં લખાણોનો અભ્યાસ કર્યો. તેનાથી એના મન પર બહુ પ્રબળ પ્રભાવ પડયો. પાછળથી પ્રાયોગિક વિજ્ઞાન માટે તેના દિલમાં પ્રકટેલો પ્રેમ મોટે ભાગે આ મુલાકાતથી પ્રેરાયેલો હશે એ નિ:સંદેહ વાત છે.

## ૨. રૉયલ સોસાઇટી.

૧૬૪૪ માં તે બંને ઘેર પાછા ફર્યા. તે સમયે તેમનો પિતા તરતમાંજ ગુજરી ગયો હતો, એટલે રૉબર્ટ સ્ટૉલબ્રિજની જાગીરનો વારસદાર થયો. રાજપક્ષના પક્ષકારો તથા પાર્લામેંટના પક્ષકારો વચ્ચે ચાલતા વિગ્રહને પરિણામે આખો દેશ ખળભળી ઉઠયો હતો, પણ બૉઇલે એ અથડાઅથડીમાં કાંઈ પણ ભાગ લીધો નહિ. તે તો ખરેખરો વિદ્યાર્થી હતો અને રાજકારણમાં તેને કાંઇ રસ નહતો. રાજ્ય કરનારી સત્તા ગમે તે હોય, પણ તે તો દેશના કાયદાને શાંતિથી અનુવર્તવા અને ખરા ખ્રીસ્તિ તથા નાગરિક તરીકે પોતાની ફરજ બજાવવા તૈયાર હતો. પક્ષવાદીપણું તથા કલહ કરતાં અભ્યાસ અને તાત્ત્વિક ચર્ચાને પસંદ કરનારા તેના સિવાય બીજા પણ હતા અને સહજ પ્રેરણાથી એવા બધા એક એક તરફ આકર્ષાયા. તેઓ વર્ણવતા હતા તેમ તેમણે બધાએ ભેગા મળી એક 'અદશ્ય કૉલેજ' સ્થાપી. તેમની બેઠકો અગત્યની હતી, કારણ કે આખરે 'રૉયલ સોસાયટી ફોર એડવાન્સમેંટ ઑફ લર્નીંગ' નામની સંસ્થાની તે પાયારૂપ હતી.

આવી બેઠકોથી બૉઇલને ખૂબ આનંદ મળતો હતો અને ખરેખર તેને બહુ સારી સોબત મળી હતી. તત્ત્વજ્ઞાનના ખ્યાલોની ચર્ચા કરનારાઓની આવી વાદમંડળીની સ્થાપનાનો ખ્યાલ મૂળે ડૉ. થીઓડોર હક તરફથી આવ્યો જણાય છે. એ આદમી એક જર્મન વિજ્ઞાની હતો અને ઇંગ્લેંડમાં આવીને વસ્યો હતો. આકુ ખાઇને સર આઇઝાક ન્યુટનનો વિરોધ કરનાર રૉબર્ટ હક જોડે આ ઇસમનો ઘોટાળો ન થવો જોઇએ. બૉઇલ આ લોકોને 'ઉસ્તાદ' કહેતો હતો અને તેમાં પાછળથી સેલ્સબરીના ધર્મગુરુ થયેલ શ્રી વૉર્ડ, ડૉ. ગૉડાર્ડ, પાછળથી ઑક્સફર્ડના સેવિલિયન અધ્યાપક થયેલ

ડૉ. વૉલિસ ઑક્સફર્ડના વાધામ કૉલેજના વૉડ
ટ્રિનિટી કૉલેજના માસ્ટર થયેલા ડૉ. વિલ્કિન્સ,
બાથર્સ્ટ અને ક્રિસ્ટોફર રેન જેવા વિદ્વાનોનો સ
પહેલાં તો તેઓ લંડનમાં મળતા હતા. તેમની
૧૬૪૫ થી થાય છે. સંજોગોને અનુસરી તેમના બેઠકના જમાવા
ફેરફાર કરવામાં આવતો હતો. દર્શિશાસ્ત્રના અભ્યાસ સાથે સંબંધ ધરાવતા વિષયોની ચર્ચા કરવાની હોય તો તેઓ ડૉ. ગૉડાર્ડને મકાને મળતા, કારણ કે એ વિખ્યાત તત્ત્વજ્ઞાની દૂરબીન ઉતારવા માટે તથા દર્શિનાં યંત્રો બનાવવા માટે એક મદદનીશને કામ કરવા રોકતો હતો. બીજે પ્રસંગે તેઓ ગ્રેશામ કૉલેજમાં મળતા હતા. તેમની ચર્ચાના વિષયોની મર્યાદા બહુ વિશાળ રહેતી, માત્ર રાજ્યકારણ તથા ધર્મ એ બે વિષયોની ચર્ચાની મના હતી. વિજ્ઞાનના શાંત વાતાવરણમાં મળતી આ સભાઓનો તેની આસપાસ ચોમેર ચાલતા કલહ, રક્તપાત તથા રાજકીય ઝઘડાના વાતાવરણ જોડેના આંખે ચઢે એવા વિરોધ પર વિચાર ચલાવવો બહુ ઠીક થઈ પડશે.

કેટલાંક વર્ષો સુધી એ બેઠકો લંડનમાં ચાલુ રહી. જ્યારે જ્યારે બનતું ત્યારે બૉયલ તેમાં હાજરી આપતો, પણ આ સમયે તો તે આમથી તેમ ફરતો રહેતો હતો અને તેના સમયનો ઘણો ખરો ભાગ તેની આયર્લૅંડની તથા ડૉર્સેટશાયરની જાગીરો પર જ પસાર થતો હતો. લંડનમાં હોય ત્યારે તે તેની એક બેન લેડી રેનેલાગ જોડે રહેતો. તેને તેના પર બહુજ હેત હતું. બૉયલ જીવનભરનો બ્રહ્મચારી હતો, જો કે વીશ વર્ષનો હતો ત્યારે અર્લ ઑફ મન્માઉથની સુંદર પુત્રી કેરી જોડે તે પ્યારમાં પડ્યો હતો. તે એ બાઈને પરણ્યો તો નહતો, છતાં જે કાંઈ સાહિત્યપ્રેરણા તેનામાં હતી તેનું મૂળ તે હતી અને 'સેરિફિક લવ' નામની બૉયલની કૃતિ તેના પ્રભાવને લઈને

। એમ કહેવામાં આવે છે. લગભગ આજ સમયમાં તેણે ' ફ્રી ડિસ્કોર્સ અગેઇન્સ્ટ સ્વેઅરિંગ ' એ નામનું પુસ્તક લખ્યું હતું.

૧૬૫૪ માં આયર્લેંડથી પાછા ફરતાં, રૉબર્ટ બૉઇલ ચોક્કસ રીતે ઑક્સફર્ડમાં જ રહી પડ્યો અને ખૂબ ઊંડી દિલચસ્પીથી વૈજ્ઞાનિક શોધખોળનું કામ તેણે હાથમાં લીધું. બીજાઓની સરખામણીમાં ઠીક ઠીક અંશે ધનવાન હોવાથી તેને એ કામમાં કાંઈ ઝાઝી અડચણ નડતી નહતી. પોતાના રહેવાના મકાનમાં તેણે પ્રયોગશાળાની સજાવટ કરી અને રૉબર્ટ હૂકને પોતાના મદદનીશ તરીકે રોક્યો અને એ બંને પ્રથમપંક્તિની અગત્યની શોધખોળોમાં સાથે મળી કામ કરવા લાગ્યા.

આ સમયે 'અદૃશ્ય કૉલેજ'ના મૂળ સભ્યોમાંના ઘણા સ્થાન ફેર કરી ઑક્સફર્ડ જઈ વસ્યા હતા. ચર્ચાનું સાતત્ય બરાબર જળવાઈ રહે અને ' અદૃશ્ય કૉલેજ ' સભ્યોના સ્થાનાંતરથી ખામીવાળો ન થઈ જાય તેટલા માટે લંડન તથા ઑક્સફર્ડ એ બંને જગ્યાએ બેઠકો ભરાય એવી વ્યવસ્થા કરવામાં આવી હતી. દરેક સભ્યે જે જે પ્રશ્નો હાથ પર લીધા હોય તેનો સંપર્ક જાળવી રાખવા બંને શાખાઓ વચ્ચે આવી રીતે પત્ર વ્યવહાર ચાલુ રાખવામાં આવ્યો હતો.

લંડનની પેઠે ઑક્સફર્ડમાં પણ પ્રસંગના સંજોગોને અનુસરી સભાની બેઠકમાં ફેર કરવામાં આવતો હતો. ડૉ. પેટી એક વૈદ્ય ઘેર રહેતો હોવાથી ઓસડીઓની તપાસણી કરવી પડતી હોય તેવી બાબતોની ચર્ચા ત્યાં કરવાનું બહુ સગવડ ભર્યું થઈ પડતું હતું. પણ ઑક્સફર્ડની બીજી સભાઓ મોટે ભાગે બૉઇલના મકાન અને પ્રયોગ શાળામાંજ મળતી હતી. તત્ત્વજ્ઞાનમાં રસ લેતા દરેકને આ મિલનસારી ભારતિયત મંડળની સભ્ય રૂપે દેખાતી હતી.

સત્તાધીશોને પણ હવે સમજાવા લાગ્યું કે આ 'ઉસ્તાદો'ની ટોળીનો રાજ્ય તરફથી સ્વીકાર અને સત્કાર થાય તો મહાન રાષ્ટ્રસેવાનું કાર્ય થાય. જાતે વિજ્ઞાનનો રસિક અભ્યાસી ચાર્લ્સ બીજો સત્તામાં આવતાં એ તક આવી, અને ૧૬૬૦ માં રાજ તરફના અધિકારપટથી 'અદશ્ય કૉલેજ'ને આખરે 'રૉયલ સોસાઇટી'ના રૂપમાં કાયમ કરવામાં આવી, અને તેના સભ્યો તેના 'ફેલો' કહેવાવા લાગ્યા. ઓનરેબલ રૉબર્ટ બૉઇલ, પહેલેથીજ તેના વ્યવસ્થાપક મંડળનો સભ્ય હતો. ઇંગ્લેંડના વૈજ્ઞાનિકતંત્રમાં આ સંસ્થા એટલી તો અગત્યની થઇ પડી છે કે આજે તો રૉયલ સોસાઇટીના સભ્ય થવું એ કોઇપણ આદમીને માટે વિજ્ઞાની તરીકેનું મોટામાં મોટું માન મેળવવા બરાબર છે.

### ૩. બૉઇલના સમય પહેલાં વાતાવરણની બાબતમાં થયેલી ખોજ.

વાતાવરણના ભૌતિકવિજ્ઞાનના અભ્યાસની બાબતમાં ફ્રાંસના બ્લેઇ પાસ્કલ (૧૬૨૩–૬૨), ઇટાલીના મહાન ગૅલિલીઓના શિષ્યો પૈકીના ઇવેન્જેલિસ્ટા ટૉરિસેલિ (૧૬૦૮–૪૭) અને વિન્સેન્ઝો વિવિએનિ (૧૬૨૨–૧૭૦૩), જર્મનીનાં ઑટો ફૉન ગુરીક (૧૬૦૨–૮૦) અને ઇંગ્લેંડના રૉબર્ટ બૉઇલનાં નામ બહુ માનભરી રીતે જોડાયેલાં છે. બૉઇલે પ્રાયોગિક તપાસણી માટે એ વિષય હાથ ધર્યો ત્યારે તેની સ્થિતિ કેવી હતી?

ગૅલિલીઓના સમય પહેલાં વાતાવરણ વિષે નહિ જેવીજ માહીતિ હતી. ઍરિસ્ટૉટલે એમ ઉપદેશ્યું હતું કે વાતશૂન્ય જેવી કોઇ સ્થિતિ હોવાનું શકય નથી ત્યારથી છેક ડેકાર્ટના સમય સુધી તત્ત્વચિંતકોમાં એ બાબતમાં એકંદર જે માન્યતા હતી તે 'કુદરતને શૂન્ય પ્રદેશનો અણગમો છે' એ સૂત્રથી લગભગ પૂરી દર્શાવાય છે.

'શૂન્ય પ્રદેશનો અણગમો ' એ એક સ્થિર સ્થપાયેલી સંસ્થા હ' જાણે કે એ વિષયમાં કુદરતને પોતાના ખાસ અને અંગત ખ્યા હોય તથા તે બાબતમાં કોઈ ખાસ પ્રકારની લાગણીઓ પણ હોય

આ બાબતમાં પ્રથમ શંકાઓ ગેલિલીઓના મનમાં ઉઠી હતી પણ તે શરૂઆતમાં બહુ અસ્પષ્ટ હતી. બહુ લાંબી નળીવાળો પાણી ચુસનારો બંબો તેની નળીમાંના પાણીના સ્તંભને ૩૪ ફીટ કરતાં વધારે ઉંચે સુધી ખેંચવા અસમર્થ હતો એમ તેને કહેવામાં આવ્યું ત્યારે એરિસ્ટૉટલના સૂત્રની બાબતમાં તેના મનમાં ઉપર જણાવી તેવી શંકાઓ ઉઠી હતી. હવે તો આપણે જાણીએ છીએ કે આમ થવાનું કારણ એજ હતું કે એટલી લંબાઇનો પાણીનો સ્તંભ એ વાતાવરણના દબાણના માપ રૂપ હતો, પણ એ વાતની તે સમયે જાણ નહિ હોવાથી ગેલિલીઓને એવો તર્ક થયો કે 'શૂન્યના અણગમા'ની માપી શકાય એવી હદ તો આ દશ્ય નહિ બતાવતું હોય ? ગેલિલીઓ વિષે આપણે એટલું કહી શકીએ એમ છીએ કે હવાને વજન છે એ વાતની તેને ખબર હતી. હવાથી ભરેલા કાચના વાસણનું પહેલાં તોલ કરી, પછી યંત્રની મદદથી તેમાં વધારે હવા ભરી ફરી તોલ કરી તેણે એ વાત સિદ્ધ કરી હતી.

ગેલિલીઓના મિત્ર અને શિષ્ય ટોરીસેલિએ એ વિષયમાં બીજું અને અગત્યનું પગલું લીધું. પાણીનો ૩૪ ફીટની લંબાઇનો સ્તંભ નળી-માંના શૂન્યપ્રદેશના વિરોધના માપ રૂપ હતો એ વાત સ્વીકારી લઇ તેણે એવી દલીલ કરી કે પાણી કરતાં વધારે ભારે દ્રવ્ય પસંદ કરવાથી એનું માપ વધારે સારી રીતે કરી શકાય. તેણે પાણીને બદલે પારો પસંદ કર્યો અને પાણીના સ્તંભના ચૌદમા ભાગ જેટલો સ્તંભ થવાની તેણે ધારણા બાંધી. ટોરિસેલિના નામ જોડે જોડાયેલો ઐતિહાસિક પ્રયોગ તેના તેમજ ગેલિલીઓના શિષ્ય વિવિએનીએ ૧૬૪૪ માં ખરેખર

કરી જોયો અને તે સંપૂર્ણ રીતે સફળ થયો. ખરું જોતાં ઇતિહાસમાં તે સૌથી પહેલું થયેલું **વાયુભારમાપક ( બૅરોમીટર )** હતું. એ પ્રયોગનું રહસ્ય ટૉરિસેલીના સમજવામાં ન આવ્યું એમ નહતું. એ પ્રયોગનો અહેવાલ તેણે પોતે કદી પ્રસિદ્ધ કર્યો નથી તો પણ રોમમાં તેના મિત્ર રિકિને તેણે તે વિગતવાર લખી જણાવ્યો છે. એ પત્રમાં તેણે જાહેર કર્યું કે ' મારી આ શોધનો હેતુ માત્ર વાતશૂન્ય પ્રદેશ પેદા કરવાનો નહિ, પણ એવું એક યંત્ર બનાવવાનો હતો કે જે કોઇ વાર ભારે અને ઘટ્ટ અને કોઇક વાર હલકી અને પાતળી થતી હવામાં થતા એવા ફેરફારો બતાવે. ' પોતાના પ્રયોગોમાં ભૂલ પડાવનારાં કારણોમાં ગરમીથી હવામાં થતું પ્રસરણ એક છે એ વાત સારી પેઠે તેના સમજવામાં આવી ગઇ હતી, જોકે ૧૭૦૪ સુધી વાયુભારમાપકના વાંચનમાં ગરમીને કારણે થતા ફેરફારથી થતા સુધારા લાગુ પાડવાની પ્રથા ચાલુ કરવામાં આવી નહતી.

આ પછીનું મહાન પ્રગતિપગલું પાસ્કલે લીધું હતું. ૧૬ વર્ષની ઊમરે એક સારા ગણિતશાસ્ત્રી તરીકે નામના મેળવનાર અને ૩૯ વર્ષની ભરયુવાન વયમાં મરણ પામનાર આ પ્રતિભાશાળી યુવકે ફાધર મર્સેન પાસેથી આડકત્રી રીતે ટૉરિસેલિના પ્રયોગ વિષે જાણ્યું હતું. ફાધર મર્સેનને એ પ્રયોગનો અહેવાલ વળી રિકિ પાસેથી મળ્યો હતો. આથી પાસ્કલને એ પ્રયોગની બધી વિગતો મળવા પામી નહતી એટલે એ પ્રયોગથી મળતા પાઠો તેણે સ્વતંત્ર રીતે વિચારવાના રહ્યા હતા. પોતાના નિર્ણય તરીકે એ નોંધ કરે છે કે ' કુદરતમાં વાતશૂન્ય એ કોઇ અસંભવિત સ્થિતિ નથી અને ઘણા કલ્પે છે એમ તે એવી સ્થિતિથી ભડકી તેનાથી દુર ભાગી જતી નથી. '

તે બંબો ચલાવવા ત્રણ મજબૂત માણસોના જોરની જરૂર પડી હતી અને પ્રયોગ વખતે તે પીપનાં હવા પેસી શકે એવા તડ કે ફાટ વાળા ભાગોમાંથી પીપની અંદર જતી હવાના પુંફાડા થયા જ કરતા હતા. પછી તો તેણે પીપને બદલે એક ત્રાંબાનો ગોળો લીધો અને ઉપર મુજબનો પ્રયોગ કર્યો. પ્રયોગની શરૂઆતમાં જોરથી બંબો ચમાવતાં થોડુંક પાણી બહાર નીકળ્યું ખરૂં, પણ બહારની હવાનું તે ગોળા પર થતું દબાણ એટલું બધું હતું કે ઓચીંતો તે ગોળો બેસી ગયો અને ' તેનો કડાકો એવો તો સખ્ત થયો કે પ્રયોગ કરનારા બધા ભયભીત થઇ ગયા. '

ગુરીકના આ પ્રયોગનું પરિણામ એ આવ્યું કે તેને અંગે તેણે ' વાયુશોષક બંબ 'ની નવી શોધ કરી. એનો ' હવા બંબ ' તો બહુ કાચો હતો પણ વધારે સારા યંત્રોની બનાવટની બાબતમાં તે પહેલ કરનાર હતો એજ તેનો મુખ્ય ગુણ છે. તેના તેવા પણ તે 'બંબે' જુદે જુદે હવાના દબાણે થતા પ્રયોગો કરવા તેને શક્તિવાન કર્યો. દાખલા તરીકે તેને પ્રયોગ કરતાં જણાયું કે, વાત શૂન્યમાં મૂકેલા ઘડીઆળના ટકટકારા સાંભળી શકાતા નથી. બળતા દીવાની જ્યોત ઓલવાઇ જાય છે. તેમાં મૂકેલું પંખી ચાંચ પહોળી કરી, શ્વાસમાં હવા લેવા તરફડે છે અને આખરે એજ યત્ન કરતું તે મરણ પામે છે. માછલાં પણ તેની અંદર મરી જાય છે. વાત શૂન્યમાં દ્રાક્ષ છ માસ સુધી જેવી ને તેવી રાખી શકાય છે, વગેરે વગેરે.' વળી ૧·૨ ફીટ વ્યાસના મેગડીબર્ગના અર્ધ ગોળાનો પ્રખ્યાત પ્રયોગ પણ જાણીતો છે. બે ધાતુના અર્ધા ગોળાઓને સામ સામા ચોટાડી તેના અંદરના ભાગમાંથી હવા શોષી લેતાં તે બંને બહારના વાતાવરણના દબાણથી એક એકને ખૂબ જોરથી ચોંટી રહેલા જણાયા હતા. બાદશાહના ફર્દીનેંડ તથા તેની રાજસભા આગળ ૧૬૫૪ માં

વજનનું માપ કાઢવાની માથાફોડ ન કરતાં માત્ર હવાને વજન છે એટલું જ સિદ્ધ કરી સંતોષ માન્યો હતો. બૉઇલે સંગ્રાહક ૨ માં એક નાનું ત્રાજવું લટકતું રાખ્યું. તેના એક પલ્લાની જગાએ તેણે અર્ધો પાણીનો ભરેલો એક ફુકો લટકતો રાખ્યો અને બીજી બાજુના પલ્લામાં વજન મૂકી તેણે પેલા ફુકાને સમતોલ કર્યો હતો. સંગ્રાહકમાંથી હવા ખેંચી લેતાં, ફુકો તથા તેની અંદરનાં પાણી અને હવા ભારે થયેલાં જણાયાં. સંગ્રાહકમાં ત્રાજવું દાખલ કરતા પહેલાં જ નહિ, પણ તેમાંથી હવા કાઢી લીધા પછી પણ જમણી બાજુના પલ્લામાં વધારે વજન મૂકી ત્રાજવું સમતોલ કરવામાં આવતું. પ્રયોગની શરૂઆતમાં ત્રાજવું સમતોલ કરવા મૂકેલાં વજન અને સંગ્રાહકમાંથી હવા કાઢી લીધા પછી ત્રાજવાને સમતોલ કરવા જોઇતાં વજન વચ્ચેનો ફરક તે ફુકામાંની હવાનું માપ હતું.

આકૃતિ ૭૬ માં બતાવ્યા મુજબ હવાબંબના ગ્રાહકમાં પારાની ટાંકી સમેત વાયુભારમાપકની નવી દાખલ કરી એ સાંધને ચુસ્ત બંધ કરી દમ યંત્ર ચલાવતાં હવાબંબ હવાને કેટલા પ્રમાણમાં પાતળી કરી શકે છે તે બતાવવા તે શક્તિવાન થયો હતો. સંગ્રાહકમાંથી હવા ખેંચી લેતાં વાયુભારમાપકની નળીમાંના પારાના સ્તંભને તે એક ઇંચથી પણ નાના કદનો કરી દેવામાં સફળ થયો હતો. તેના 'સ્પ્રિંગ ઑફ ધ એર' નામના પુસ્તકનો ઓગણીશમો પ્રયોગ લખે છે કે 'વાતશૂન્યના અણગમા'ના વાદને કેવી રીતે ખોટો સિદ્ધ કરે એમ છે તે બૉઇલ સારી રીતે સમજી ગયો હતો. વાયુભારમાપક નળીમાં પારાના સ્તંભની ઉપરના વાતશૂન્ય અવકાશ વિષે વિચાર કરતાં તે લખે છે કેઃ—

'નિર્જીવ અને ભાનવિનાનાં પિંડોમાં વિશ્વના જાહેર હિતની કાળજી રાખવાની શક્તિનું આરોપણ કરવામાં આવે છે તે બાબત-

માં તો અમે એટલું જ પૂછીશું કે આપણા ઓગણીશમા પ્રયોગમાં આસપાસની હવા શોષી લેતાં પાણી કાચની નળીના ઉપલા અર્ધા ભાગમાંથી કેમ ઓસરી ગયું અને તે શોષાયેલી હવા પાછી દાખલ કરવામાં આવી ત્યાંસુધી, તે ખાલી જગા પૂરી દેવા તે ઉંચું કેમ ન ચઢયું ? જો સહેલ અને ઝડપથી નળીના ઉપલા અર્ધ-ભાગમાં તે પ્રવેશ્યું તે ઉપરથી જણાય છે કે તેમાંનો ઘણો ખરો અવકાશ તદ્દન વાતશૂન્ય હતો અને ફરીથી અંદર દાખલ કરેલી હવાને હઠાવ્યા વગર પાણી તે અવકાશમાં ચઢી શકે એમ હોત તો બહુજ ઓછા અથવા નહિ જેવા વિરોધ સાથે તે તેમાં ચઢી શક્યું હોત. એમ જણાય છે કે વિશ્વ પ્રત્યેની તેની ભુલાયેલી ફરજનું પાણીને ભાન કરાવવાનું જરૂરી હતું. '

આવા કટાક્ષ પછી સંગ્રાહકમાંની હવાના દબાણના શબ્દોમાં તે એ ચમત્કારની ખરી સમજૂતિ આપવા માંડે છે.

તેના પ્રયોગોમાંનો બીજો એક હવાના શોષણનો હતો. સંગ્રાહક ૨ માંથી બની શકે તેટલી હવા ખેંચી લીધા પછી આકૃતિ ૭માં બતાવેલી ચકલી સ તેણે બંધ કરી અને તેને હવા બંબથી અલગ કરી લીધો. સંગ્રાહકની નળીને અડીને રહે એવી એક પીત-ળની ઢાંકણી ઘ તેણે મૂકી. એ ઢાંકણી જોડે એક નાનું વજન મુકવાનું પલ્લું જોડેલું હતું. આમ ગોઠવણ કર્યા બાદ સ ચકલી એકદમ ખોલી દેવામાં આવી. એમ કરતાં ગ્રાહકની અંદર ધસી જતા મથની હવાનો ઉપલી બાજુ ઠેલો થયો અને તેની અસર ઘ ઢાંકણી પર થતાં ગ્રાહકની નીચલા છેડાની નળી પર તે જોરથી ચોંટી ગઈ અને પરિણામે તે નળી આપોઆપ બંધ થઈ ગઈ. હવે એ ઢાંકણી-ની નીચેના પલ્લામાં તે નળીથી છુટી પડે ત્યાં સુધી વજનો મુકતાં તેની પર કાર્ય કરતાં શોષણ બળનું માપ લઈ શકાયું હતું. તેના

'ધ સ્પ્રિંગ ઑફ ધ એર'ના પુસ્તકનો આ બત્રીસમો પ્રયોગ છે. તેમાં તેણે નીચે મુજબ લખ્યું છે:—

'કારણકે આગળ જતાં આપણા પ્રયોગો આપણને એમ શીખવતા જણાય છે કે 'કુદરતને વાતશૂન્યનો અણગમો છે' એ આપણે માની લીધેલી હકીકત માત્ર આકસ્મિક છે અથવા તો કાંઇક અંશે નીચેનાં દ્રવ્યોનાં વજન તથા દ્રવત્વ અથવા કમમાં કમ તેનાં પ્રવહનશીલતાને પરિણામે છે. અને તેમાંય કાંઇક અંશે અથવા મોટે ભાગે હવાની બાબતમાં એમ થતું જોવામાં આવે છે. હવા ફૂલી ચોમેર ફેલાઇ જવાનો પ્રયત્ન અવિશ્રાંત કર્યેજ જાય છે અને તેથી તે જાતે કાંતો કોઇ અવકાશમાં ધસી જાય છે, અથવા પોતે હઠાવી શકે તેટલા વિરોધની મર્યાદામાં તેના માર્ગમાં આવતાં દ્રવ્યોને જ્યાં જ્યાં અવકાશ હોય ત્યાં પેસી જવાની ફરજ પાડે છે. આમ થતી ગતિઓમાં તે તે પિંડો તેમનામાં આરોપણ કરવામાં આવે છે તેવા ઉદારતા કે પરહિતના વિચાર વગર વર્તે છે, એ તો બત્રીસમા પ્રયોગમાં સાફ દીસી આવે છે. એ પ્રયોગમાં વાતશૂન્ય કરેલા ગ્રાહકમાં પેસી જવા મથતો હવાનો વેગવાન પ્રવાહ, ગ્રાહકમાં દાખલ થવાના એકજ માર્ગ રૂપ તેના છિદ્રને ઢાંકી દે એવી રીતે ઢાંકણીને ઉપલી બાજુ ઠેલી પોતાના ઇષ્ટની સાધનામાંજ બાધ કરે છે. કુદરતની કે ગ્રાહકની અંદરની હવાની એવી ધારણા હોત કે બહારની હવા અંદર ખેંચાઇ આવવી જોઇએ, તો તે હેતુ સિદ્ધ કરવા સર્વ પ્રસંગે તેણે તે ઢાંકણીને ખૂબ જોરથી ચુસી લેવાનો યત્ન કરેલો જણાય છે, જો કે તેને જણાયેલું હશેજ કે એમ ચુસવાથી તે ઢાંકણી ગ્રાહકની અંદર ખેંચાઇ આવે એમ તો છેજ નહિ. એમ કરવાને બદલે ચુસવાની ક્રિયા બંધ રાખી હોત તો તે ઢાંકણી તેના પોતાના વજનથી જ નીચે પડી

ગઇ હોત અને પ્રાહકની બહાર રહેલી હવાંને વાતશૂન્ય થયેલા તે પ્રાહકમાં છુટથી પાછી દાખલ થવા દીધી હોત.'

આ ઉપરાંત બીજા પણ ઘણા પ્રયોગો હતા, પણ તે જલ સ્થિતિશાસ્ત્ર ( હાઇડ્રોસ્ટેટિક્સ ) જોડે જરા પણ સંબંધ ધરાવતા નહના. દાખલા તરીકે પ્રાહકમાં એક ઘડીઆળ લટકાવી, તેમાંની હવા શોષી લઇ એમ સિદ્ધ કરવું કે ધ્વનિ વાતશૂન્ય અવકાશમાં ફેલાઇ શકતો નથી. પણ એમ ફેલાવાને માટે તેને હવા જેવા કોઇ વાહનની જરૂર પડે છે. તેણે કરેલા પ્રયોગોની પહેલી શ્રેણીમાં ઉપર બતાવેલા પ્રયોગો ઘણે ભાગે સૌથી વધારે અગત્યના છે.

## ૫. બૉઇલના કાયદાની શોધ

૧૬૬૦ માં 'ન્યુ એક્સપેરિમેન્ટસ...ટચિંગ ધ સ્પ્રિંગ ઑફ ધ એર' નામના પુસ્તકમાં પોતાનાં પરિણામો બૉઇલે પ્રસિદ્ધ કર્યાં. હવા દબાણ કરે છે એ બીનાને દૃષ્ટાંતથી સમજાવવા તેણે એક પ્રકારના આદર્શની મદદ લીધી, અને તેમાં હવાનો દરેક કણ એક ગોળ ચાંપની પેઠે વર્તે છે એવું માનસિક ચિત્ર તેણે કલ્પ્યું. દબાણની અસરથી ને ચાંપ દબાતી અને પરિણામે તેનું કદ ઘટી જતું હતું.

એકંદરે એ પુસ્તક તેણે કરેલા પ્રયોગોની સારી નોંધ હતી. છતાં તેનો પણ કાંઇક અંશે વિરોધ થયો. એ વિરોધ કરનારાઓમાં ખાસ કરીને લીજ ગામનો ફ્રાન્સિસ્કસ લાઇનસ નામનો જેસ્યુઇટ પાદરી હતો. બૉઇલના સાદા વિવાદના વિરોધમાં લાઇનસે એવો મત રજુ કર્યો કે '૨૯ ઇંચ ઉંચાઇના પારાના સ્તંભને ટેકવી રાખવા જેવું મોટું કાર્ય કરવા હવા એકલી જાતે અશક્તજ હતી. તેણે એવો દાવો કર્યો કે નળીને ઉપલે છેડેથી અદૃશ્ય તાંતણાઓથી પારો લટકતો રહે છે. તેણે વળી એમ પણ જણાવ્યું કે 'આંગળીથી નળીનો ઉપલો છેડો બંધ કરતાં તે તેવા તાંતણાની હયાતી

સ્પર્શથી જાણી શકયો હતો.' આવા તદ્દન અકકલ વિનાના પ્રલાપોનો જવાબ આપવાની બૉઇલે દરકાર કરી એજ હાલના જમાનામાં તો નવાઇ જેવું જણાય છે. છતાં બૉઇલે તો તેના રદીઆ આપ્યા, અને તેમ કરવામાં તેણે એકંદર રીતે ઠીક જ કર્યું, કારણ કે લાઇનસને જવાબ દેવા તેણે બીજા વધારે પ્રયોગો કરવાનું માથે લીધું અને તેને પરિણામે જેને આજે આપણે 'બૉઇલના કાયદા' ને નામે ઓળખીએ છીએ તે મહા સત્યની શોધ થઇ.

તેણે લખ્યું છે કે:—' જાણીબુઝીને કરેલા પ્રયોગો ઉપરથી આપણે હવે એ વાત બતાવવાનો યત્ન કરીશું કે ટોરિસેલીના પ્રયોગમાં જોવામાં આવતા ચમત્કારનો ખુલાસો આપવા કરતાં ઘણું વધારે કરવાની શકિત તેનામાં છે......તે પ્રયોગમાં એક લાંબી કાચની નળી લેવામાં આવી હતી, અને ગરમ જ્યોતવાળા દીવાની તથા કુશળ હાથની મદદથી તેને તળીએથી એવી રીતે ગોળ વાળી દેવામાં આવી કે તેનો વાળેલો ભાગ, બાકીની નળીને સમાંતર રહે. પછી એ નળીના ટુંકા ભાગ પરનું છિદ્ર હવાચુસ્ત થાય એમ બંધ કરવામાં આવ્યું હતું, ઇંચના આંકાવાળી કાગળની પટીને તેની પર કાળજીથી ચોંટાડી તેના ઇંચ ઇંચ જેટલા ભાગ બતાવવામાં આવ્યા હતા.

તે નળીના બીજા છેડા પર પણ એવી જ અંકિત પાટી ચોંટાડવામાં આવી હતી અને પછી ' તે વક્રનળીની કમાનમાં એટલે કે તેના વળેલા ભાગમાં બંને પાંખીઆમાં એક સરખી સપાટીએ રહે એમ પારો ભરવામાં આવ્યો હતો. આટલું કર્યા બાદ ટુંકા પાંખીઆમાંની હવા પહેલા કરતાં અર્ધી જગા રોકે ત્યાં સુધી લાંબા પાંખીઆમાં પારો રેડયા કરવામાં આવ્યો હતો.

લાંબા પાંખીઆ પર નજર કરતાં તેની અંદરનો પારાનો સ્તંભ બીજા પાંખીઆમાંના પારાના સ્તંભના ટોચની સપાટીથી ૨૯ ઇંચ ઉંચો હતો એ પરિણામ જોતાં અમને બહુ આનંદ અને સંતોષ થયાં.' ખરું જોતાં આ પ્રયોગમાં બંધ છેડા વાળા પાંખીઆમાંની હવા પર બે વાતાવરણ જેટલું દબાણ કરતાં તે તેનું કદ પ્રયોગની શરૂઆતમાં હતું તેથી અર્ધું કરી શકયો. ( આકૃતિ ૭૮ બ. )

આવા યંત્રથી બૉઇલ વાતાવરણથી વધારે દબાણ તથા કદની વચ્ચેનો સંબંધ બતાવનાર આંકડાની શ્રેણી મેળવવામાં સફળ થયો. હવે તો વાતાવરણનાં દબાણથી ઓછાં દબાણોની તેવાજ આંકડાની શ્રેણી મેળવવાનું કામ બાકી રહ્યું. આ હેતુ સિદ્ધ કરવા માટે પહેલી પ્રયોગ શ્રેણીમાં વાપરેલી નળી નકામી હતી. હવે તેણે આકૃતિ ૭૯ માં બતાવી છે તેવી ૭ ફીટ લાંબી અને તળે બંધ એવી નળી લીધી અને તેમાં પારો ભર્યો. પછી એક લાંબી, સાંકડી નળી લઇ તેણે તેનો ઉપલો ખુલ્લો છેડો મીણ પૂરી બંધ કર્યો અને પછી તેને ગરમ કરી પેલી પહોળી નળીમાં ઉતારી. ગરમ કરેલી નળી ઠંડી પડી ત્યારે તેની અંદરનો પારાનો સ્તંભ બહારની નળીમાંના પારાની સપાટીથી ઉંચો ચઢેલો જણાયો. બંને નળીમાંના પારાના સ્તંભની ઉંચાઇ વચ્ચેનો ફરક નાની નળીમાં રૂંધાયેલી હવાના કરતાં વાતાવરણના દબાણના વધારાનું માપ બતાવે છે. બ નળીને બહારની અ નળીમાં વધારે ઊંડી ઉતારતાં કે તેને વધારે બહાર કાઢતાં, વાતાવરણના દબાણથી ક્રમે ક્રમે ઘટતાં કે વધતાં જતાં દબાણની આખી શ્રેણી મળતી હતી અને તેની સાથે સાથે બ નળીના બંધ ભાગમાં રૂંધાયેલી હવાના સ્તંભની લંબાઇના માપ ઉપરથી તે દબાણે થતાં તેનાં કદ મળી આવતાં હતાં.

આની આવી રીતે બૉઇલ ૧$\frac{1}{2}$ ઇંચ લાંબા પારાના સ્તંભથી

માંડી ૧૧૭$\frac{9}{16}$ ઇંચ લાંબા પારાના સ્તંભ જેટલી મર્યાદામાં આવતાં ક્રમે વધતાં દબાણની શ્રેણી મેળવવા શક્તિમાન થયો હતો. આવા પ્રયોગોને પરિણામે ' અમુક મુકરર હવાના જથ્થાનું કદ તેની પર થતા દબાણના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં થાય છે એ વાદ 'ને અનુસરી થતી ગણત્રીને અનુસરી મળવાં જોઇતાં પરિણામો સાથે તેના પ્રયોગોથી મળતાં પરિણામોની સરખામણીનો કોઠો તે ઉપજાવી શકયો.

તેને જે મુશ્કેલીઓનો સામનો કરવાનો હતો, તે જોતાં તેનાં પરિણામો, ખાસ કરીને બીજી શ્રેણીના આંકડા ઉત્તમ હતા અને તેનાથી તેના નામ જોડે બહુ પરિચિત રીતે જોડાયેલા કાયદાનું સત્ય પૂરું અને પાકું સ્થપાવા પામ્યું.

પણ ફ્રાંસમાં એ કાયદો એના નામથી જાણીતો થયો નથી. બૉયલના પ્રખ્યાત પ્રયોગ પછી ચૌદ વર્ષે એડગ મેરિઓટ નામના નામાંકિત ફ્રેંચ વિજ્ઞાનીએ એક પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું અને તેમાં ' હવા પર જે પ્રમાણમાં ભાર લદાય છે તે પ્રમાણમાં તે ઘન થાય છે ' એ કાયદાની પોતે સ્વતંત્ર રીતે કરેલી શોધનું તેણે વર્ણન આપ્યું છે. ખરેખર એ બહુ નવાઇ જેવી બીના છે કે મેરીઓટ બૉયલની શોધખોળોથી તદ્દન અજાણ્યો હતો, છતાં પણ તે એવાંજ પરિણામ મેળવી શકયો હતો. આજે બધી ફ્રેંચ શાળાઓમાં આપણે જેને ' બૉયલનો કાયદો ' કહીએ છીએ તેને જ તેઓ મેરિઓટના કાયદાને નામે ઓળખે છે.

## ૬. વધારે વૈજ્ઞાનિક કામ

બૉયલને માત્ર વાતાવરણના ભૌતિક વિજ્ઞાનનો રસ હતો એમ માનવાની જરૂર નથી, કારણ કે જોકે એ વિષય સાથે એનો નામના બહુ દૃઢ રીતે જોડાય છે, તો પણ વિજ્ઞાનની બીજી શાખાઓમાં પણ

તેણે કરેલાં કામ તથા તર્કોની સંગીન નોંધો તે પોતાની પાછળ મૂકતો ગયો.

ઉષ્ણતાના વિષયમાં પણ તેણે બહુ લક્ષ આપ્યું છે. ઈ. સ. ૧૬૬૫માં પ્રસિદ્ધ થયેલા તેના ‘ન્યુ એક્સપેરિમેન્ટ્સ એન્ડ ઓબ્ઝર્વેશન્સ ટચિંગ કોલ્ડ ’ નામના પુસ્તકમાં તેનું એ વિષયનું કામ મોટે ભાગે નોંધાયેલું છે. દાખલા તરીકે પાણીના ઉત્કલન બિંદુ પર વાતાવરણના દબાણમાં થતા ફેરફારની શી અસર થાય છે તે બાબતની શોધખોળ કરવામાં તેણે તેના હવા બંબનો બહુ સફળતાથી ઉપયોગ કર્યો છે. એ પ્રયોગમાં તેણે ઉત્કલન બિંદુથી કાંઈક ઓછા ઉષ્ણતામાનવાળા પાણીને હવા બંબના ગ્રાહકમાં દાખલ કર્યું અને પછી ગ્રાહકમાંની હવાનું દબાણ બંબ ચલાવી ઓછું કરતાં તે એવા એક બિંદુએ પહોંચ્યો કે જ્યાં પાણી ઓછું ગરમ છતાં ઉકળવા લાગ્યું. આ પ્રયોગે સાફ રીતે બતાવી આપ્યું કે હવાનું દબાણ ઓછું કરતાં, પાણીનું ઉત્કલન બિંદુ પણ નીચું ઉતરે છે.

તેના પ્રયોગોમાંનો બીજો એક પાણી અને બરફના સાપેક્ષ કદનો નિર્ણય કરવાનો હતો. આ હેતુ માટે તે સમયે ‘ તત્ત્વજ્ઞાનીનાં ઈંડાં ’ એ નામથી ઓળખાતા સાધનનો ઉપયોગ તેણે કર્યો હતો. એ સાધન એટલે ઉપલે છેડે ફુક્કા જેવા ફુલેલા ભાગવાળી લાંબી નળી હતી. તે નળી પર ફુક્કાના માપને હિસાબે આંકા પાડવામાં આવ્યા હતા. એ નળીના ફુક્કા વાળા ભાગમાં તેણે પાણી રેડ્યું અને પછી તે ભાગ તથા નળીને ઠારી નાંખનાર શીતળ મિશ્રણમાં ડુબાવી દીધાં. આ પ્રયોગ કરતાં તેણે તે સાધનની નળીનો બીજો છેડો તે મિશ્રણમાં પૂરેપૂરો ન ડુબાડતાં તેનો થોડો ભાગ તે મિશ્રણની બહાર રાખ્યો જેથી તે નળી તેની અંદરના પાણીના કદમાં થતા વધારાની અસરથી તુટી ન જાય. આ બતાવી આપે છે કે પ્રયોગમાં નડતી

અડચણનો ખ્યાલ અગાઉથી કરી લેવામાં તેણે કેવી ઝીણી બુદ્ધિ બતાવી હતી. ફુકકામાંનું પાણી જામી જતાં તે આખરે નળીના કયા આંકા સુધી પહોંચ્યું છે તેનું તેણે માપ લીધું. કાચમાં થતા ફેરફારની છુટ મૂકયા વગર જોતાં જણાયું કે પાણીમાંથી બરફ થતાં તેના કદમાં ૧૧% ટકા જેટલો વધારો થયો હતો. બરફ થતાં પાણીમાં થતા પ્રસરણનું આ પ્રમાણ ઘણું મોટું હતું.

અર્વાચીન કાળમાં તો સર્વત્ર સ્વીકારવામાં આવે છે કે ઉષ્મા એ એક ગતિપ્રકારની જ અસર છે. આજથી આશરે ૨૫૦ વર્ષ પહેલાં રૉબર્ટ બૉઇલ તથા તેના સમકાલીનો એ ખ્યાલનું મંડન તથા સમર્થન કરનારા પૈકીમાંના હતા એ સમજાતાં આપણે ખરેખર ચકિત થઇ જઇએ છીએ. અલબત્ત તેમના તે બાબતના ખ્યાલો બહુ ઝાંખા હતા અને તેમના પ્રયોગો એથી પણ વધારે અનિશ્ચિત અને કાંઇ સ્પષ્ટ નિર્ણય ન બતાવે તેવા હતા. તેમ છતાં બીજાઓ કરતાં બૉઇલ તેના ઘણા નિર્ણયોમાં આશ્ચર્યકારક રીતે ચોકસાઇ ભર્યો જણાતો હતો. તે આપણને કહે છે કે 'આ દુનીઆ પરનાં વિવિધ પિંડોનાં ઘટકરૂપ સૂક્ષ્મ કણો, બધી દિશાઓમાં કોઇ ખાસ ધોરણ વગર ઝડપી ગતિ કરતાં હોય છે, અને એ ગતિને પરિણામે થતી અસરને આપણે 'ગરમી' કહીએ છીએ. એ કણોની ઓછા વેગની ગતિને પરિણામે 'ઠંડી' થાય છે અને જે જે ઉપાયો તે કણોની ગતિનો વેગ વધારે એવી રીતે યોજેલા હોય તે સૌ તે પદાર્થમાં ગરમીની વૃદ્ધિ કરી શકે છે.' આ ખ્યાલનું દૃષ્ટાંત આપવાના હેતુથી તેણે પિત્તળના બે અર્ધા ગોળા લીધા અને તેને એવી રીતે ગોઠવ્યા કે એકનો અંતર્ગોળ ભાગ ચપોની મદદથી બીજાના બહિર્ગોળ ભાગ પર બંધબેસતો આવી જાય. પછી વાત શૂન્ય કરેલા હવાબંબના ગ્રાહકમાં એ સાધન મૂકી તે ગોળા એક એકની વિરુદ્ધ દિશામાં ફરે એવી વ્યવસ્થા કરવામાં આવી. તે ગોળાઓને એમ ફેરવતાં

થતી ગરમીમાં હવાનો પ્રતિરોધ કદાચ કારણરૂપ હોય એવો વાંધો ન ઉઠે તેટલા માટે એ પ્રયોગ વાત શૂન્યમાં કરવામાં આવ્યો હતો. તે આપણને કહે છે કે આ પ્રયોગમાં એટલી બધી ગરમી પેદા થઇ હતી કે તે બંને ગોળામાંના એકને પણ તે અડકી શકતો નહતો. કોઇ ગતિવાન ચીજની ગતિમાં અટકાવ થવાથી ગરમી પેદા થાય છે તેના વધારાના દૃષ્ટાંત કરીકે તે હથોડાથી ખીલો ઠોકતાં થતી ગરમીનો પ્રસંગ રજુ કરતો હતો.

ગતિવિજ્ઞાન ક્ષેત્રમાં હવાના પ્રતિરોધનું તત્વ દૂર કરી તેણે ગેલિલીઓના પ્રખ્યાત ' ઢળતા મિનારા ' વાળા પ્રયોગનું સમર્થન કર્યું. તેની નોંધ ખરેખર બહુ રસિક છે. તેણે તેના હવાબંબાના ગ્રાહકમાંથી હવા શોષીને કાઢી નાંખી. તેમ કરતાં પહેલાં તેણે તેમાં એક સીસાની ગોળી તથા કાગળનો કકડો દાખલ કર્યાં હતાં. પછી તળેની ચકલી બંધ કરી ગ્રાહકને હવાબંબથી છુટું કરી તે તેને ઝડપથી ઉલટાવી નાખ્યું. એ ગ્રાહક ગોળાના આકારનું નહતું પણ એક લાંબી નળીના આકારનું હતું. એવી રીતે પ્રયોગ કરતાં જણાયું કે તે બંને ચીજો એકી સાથે તે નળીને તળીએ પહોંચી.

સુંબકત્વ તથા વિજળીના વિષયમાં બૉઇલે કરેલા કામનો નિર્દેશ પણ કરવો જોઇશે. વાતશૂન્ય કરેલા ગ્રાહકમાં લોહચુંબક તથા તેનાથી ખેંચાતા પિંડને દાખલ કરી સુંબક બળ વાતશૂન્યમાં પણ કાર્ય કરે છે એ બતાવનારો પહેલો તેજ હતો. વિજળીમય પદાર્થોની વચ્ચે થતા આકર્ષણની બાબતમાં પણ તેણે એવોજ પ્રયોગ કર્યો હતો. સુકાવાળમાં ઘર્ષણથી કેવી સહેલથી વિજળી પેદા થાય છે તેની તે કાંઇક રમુજ ભરી નોંધ કરે છે. ' અમુક હદે સુકા કરેલા ખોટા વાળ, કેટલાક આદમીઓના માંસથી આકર્ષાય છે તેનો પુરાવો તેવા વાળ ધારણ કરનાર એ સુંદર ઓઓના પ્રસંગમાં મને

મળ્યો. મેં કેટલીકવાર એમ જોયેલું કે તેઓ તેમના વાળને ઉડી ઉડીને તેમના ગાલે ચોંટતા રોકી શકતી નહિ, જો કે તેઓમાંની એક પણ મોંપર રંગ લગાડતી નહિ કે તેને તેમ કરવાનું કાંઇ કારણ પણ નહતું.' પછી વાત આગળ ચલાવતાં તેમાંની એક બાઇએ એ બાબતમાં સંતોષકારક નિર્ણય કરવા માટે તેને કેવી રીતે રજા આપી તે વાત તે આપણને કહે છે. તેના વાળની એક લટને છુટી કરી હવામાં ખુલ્લી ધરી રાખી, તેની પાસે તે બાઇને તેનો હાથ લાવવાનું કહેતાં, તેણે તે લટની પાસે પોતાનો ગરમ હાથ આણ્યો કે તરતજ તે લટના વાળના છુટા છેડા તેના હાથને ચોંટી ગયા.

## ૭. બૉઇલનું ઉત્તર જીવન

વિચાર અને આદર્શોની સમતાને લઇ તેના બાકીના જીવનની વિગતો બહુ જલદીથી કહી શકાય એમ છે. મરણ સુધી તે વિજ્ઞાન અને ધર્મમાં લાગ્યો રહ્યો હતો અને તે શિવાય એને બીજી કશી મહત્વાકાંક્ષાઓ નહતી એમ કહી શકાય એમ છે. પણ જે અર્થમાં તે ધાર્મિક જીવન જીવતો હતો તે બાબતમાં ગેર-સમજૂત ન થવી જોઇએ. ૧૬૦૦માં ચાર્લ્સ ઑફ ક્લેરેન્ડને બૉઇલને ધર્મસંઘમાં દાખલ થવા મનાવવાનો યત્ન કર્યો હતો અને તે પ્રસંગે એવી દલીલ કરી હતી કે ધર્મસંઘના હિતની ખાતર એમ કરવું જરૂરી હતું. આવી દલીલ બૉઇલ જેવા આદમીને માટે બહુ વજન-દાર થઇ પડે એવી હતી. તેમ છતાં તેણે તેમ કરવાની ના પાડી.

'તેણે વિચાર કર્યો કે પોતે જીવનમાં જે સ્થિતિએ હતો તે જોતાં ધર્મના સમર્થનમાં પોતે જે કાંઇ લખે તેનું વજન પોતે ધર્મગુરૂ તરીકે લખે તેના જેટલું જ પડે એમ છે. વળી તેને ધનપ્રાપ્તિની જરૂર નહતી, અને જે કાંઇ ધન તેની પાસે

હતું તેનાથી વધારે મેળવવાની તેને ભૂખ નહતી. આ બધી વાત છતાં તેણે હમેશની વિનયવૃત્તિને અનુસરી તેણે ખુલ્લે દિલે જાહેર કર્યું કે તેના પોતાના અંતરમાં તેને એવા ક્ષોભ કે વલણ જણાયાં નહતાં કે જેને તે ખાત્રીપૂર્વક પ્રભુના આદેશ તરીકે ગણી શકે, એટલે પવિત્ર ધર્મસંપ્રદાયમાં દાખલ થઇ જુદો પડે તે બીકે તે તે તેમાં દાખલ થવાની હિંમત ધરતો નહતો.

આમ છતાં ય એક સામાન્ય વ્યકિત તરીકે બૉઇલ બહુ ધાર્મિક જીવન જીવતો હતો. તેણે પોતાની આગળ બહુ ઉચું નીતિનું ધોરણ રાખ્યું હતું અને તેને અનુસરી તે જીવતો હતો. પૈસેટકે સુખી હોવાથી તે બહુ ડહાપણ અને વિવેક બુદ્ધિથી દાન કરતો હતો. પરદેશોમાં ખ્રીસ્તિ ધર્મના પ્રચાર માટે હાલ જે મંડળ છે તે તેની પહેલાના એક મંડળમાંથી અભિવૃદ્ધ થયેલું છે. તે પહેલા મંડળનો બૉઇલ પ્રમુખ હતો. વળી કયા પ્રકારના દાનમાં તેને રસ હતો તે જણાવવા વિધવાઓ અને અનાથોની સંભાળ, તથા ઓછા પગારવાળા ધર્મગુરુઓના પગારની પૂરવણી માટે દર વર્ષે તેના તરફથી અપાતી ૧૦ા પાઉન્ડની રકમ, અને 'ખ્રીસ્તિ ધર્મના માન અને બચાવ' માટે વાર્ષિક ભાષણની પ્રથા સ્થાપી તેના ખર્ચની વ્યવસ્થા કરવી વગેરે બાબતોનો નિર્દેશ કરવાની જરૂર છે. આમ છતાં પણ ધર્મસંઘના એવા પણ સભ્યો હતા કે જે 'રૉબર્ટ બૉઇલની શોધખોળો ધર્મનું સત્યાનાશ કરનારી છે તથા તેના પ્રયોગો વિદ્યાપીઠોના પાયા ખોદનારા છે,' એવા આક્ષેપો કરતાં અચકાતા નહતા. તેમના એવા અસંભવ આરોપોની સામે બૉઇલનું જીવન પૂરતા જોસદાર જવાબરૂપ હતું.

તે કોઇ પ્રકારનાં માન લેવાની ના પડતો. ૧૬૬૫ માં તેને ઇટનના પ્રોવોસ્ટની જગા સ્વીકારવાનું આમંત્રણ આપવામાં આવ્યું

પણ તેણે તે સ્વીકારવાની ના પાડી. તે હમેશાં રાજકુળનેા માનીતેા હતેા અને ઘણે પ્રસંગે તેને ઉમરાવપદ આપવાની માગણી કરવામાં આવી હતી, અને જોકે તેના ચાર ભાઇઓ ઉમરાવ પદધારી હતા છતાં તેણે પદ લેવાની ના જ પાડયા કરી હતી. ૧૬૮૦ ના નવેંબર માસની ૩૦ મી તારીખે તેને રૉયલ સેાસાઇટીના પ્રમુખ તરીકે પસંદ કરવાનું મેાટું માન આપવામાં આવ્યું હતું, પણ તે માન સ્વીકારવાની તેણે ના ભણી. આ પ્રસંગે તેણે ના પાડી તેનું કારણ એવું પણ હતું કે તે સેાસાઇટીના શાસનપત્રમાં (ચાર્ટર) પ્રમુખે જે પ્રકારના શપથ લેવાનું ઠરાવ્યુ હતું તે સામે તેને ધાર્મિક દૃષ્ટિએ વાંધેા હતેા.

દેખાવમાં બૉયલ ' ઉંચેા અને પાતળેા હતેા અને તેનેા ચહેરેા ફીકેા અને દુબળેા હતેા. તેનેા બાંધેા નાજુક અને સુકુમાર હતેા. આને પરિણામે પેાતાના ઉષ્મામાપકને અનુસરી તે પેાતાની જાતને તપાસી નિયમમાં રાખવાની ભારે કાળજી રાખતેા હતેા. આપણને એમ પણ કહેવામાં આવે છે કે જીવનના પાછલા ભાગમાં તેની તંદુરસ્તી બહુ નાજુક રહેતી અને ઘણીવાર તેનું આરેાગ્ય બગડી જતું, તેમ છતાં ખાવા પીવાની બાબતમાં બહુ સખત પરહેજી પાળીને તથા કશે પણ તે બાબતમાં અતિયેાગ ન કરવાની સંભાળ રાખીને તે ૬૪ વર્ષ સુધી જીવતેા રહેવા પામ્યેા હતેા અને મરતાં સુધી તેની આંખેા પણ સારી રહી શકી હતી. ' એમ છતાં પણ તેની આંખેા તેને ઘણીવાર આપદા પાડતી હતી.

અમે અગાઉ બતાવી ગયા છીએ તેમ તેને તેની બેન લેડી રાનીલા માટે બહુજ પ્રીતિ હતી અને આપણે બહુ લાગણી સાથે નેાંધ લેવી પડે છે કે તે બંને લગભગ એકી સાથે જ મરણ પામ્યાં. તે બાઇ ૧૬૯૧ ના ડીસેંબરની ૨૩ મી તારીખે અને તે તેના પછી

દ લેમ્બર્ટ, લેગેન્ડર, લેપ્લાસ, કાઉશ્રી અને બીજા સંખ્યાબંધ ગણિતશાસ્ત્રીઓ કેલ્ક્યુલસ તથા ચલપિંડશાસ્ત્ર અને ખગોળના ક્ષેત્રમાં તેને લાગુ પાડવાનાં નવાં ક્ષેત્રોમાં નામના મેળવી રહ્યા હતા.

ન્યુટન તથા તેના યશસ્વી પ્રતિસ્પર્ધી હ્યુજન્સની ઝળકતી સિદ્ધિ પછી ભૌતિક દૃષ્ટિશાસ્ત્રમાં આવેલો મંદતા તથા અપ્રગતિનો ગાળો ખરેખર આંખે ચઢે એવો હતો અને ઓગણીસમા સૈકાની શરૂઆત સુધીમાં ભાગ્યે જ કોઇ અગત્યના તથ્યની શોધ થવા પામી હતી કે કોઇ નવો વાદ રજૂ કરવામાં આવ્યો હતો. ઓગણીસમા સૈકાની શરૂઆતમાં તેજના ભંગના વિષયમાં રોમસ યંગે બહુ ઝળકતી શોધો કરી હતી. એની શોધે ફ્રાંસમાં મેલસ, આર્ગો તથા ફ્રિનેલની તથા ઇંગ્લેંડમાં વોલાસ્ટન, બ્રુસ્ટર અને હર્શેલની પ્રખ્યાત પામેલા તેજના વિષયમાં નવી શોધના કાલનો યુગ શરૂ કર્યો. આ બધી શોધોને પરિણામે હ્યુજન્સનો 'તરંગવાદ' તેની પરિપક્વ દશાએ પહોંચ્યો. આને લીધે શોધખોળની જે નવી શાખા ખુલી તેનાથી ભૌતિક વિજ્ઞાનની બીજી બધી શાખાઓ પર બહુ પ્રભાવ પડયો.

આ લાંબા વંધ્ય ગાળાએ અમર્યાદિત તર્કને જન્મ આપ્યો હતો અને તેને પરિણામે પ્રયોગશાળામાં થતા પ્રયોગનાં પરિણામના પાયા વગરના 'ઉષ્માનો કેલોરિવાદ' તથા દહનના 'ફ્લોજીસ્ટનવાદ' તથા લોહચુંબકના 'ઉત્સરણવાદ,' જેવા નિરર્થક અને વ્યર્થવાદો હયાતીમાં આવ્યા. 'નવી શોધનું ઝાડુ ફરતાં એ બધું વળાઇ ગયું. પ્રગતિના મોજામાં ભૌતિકશાસ્ત્ર સાથે રસાયન પણ આવી ગયું, દહનની યથાર્થ સમજૂતિ મળી, દ્રવ્યપિંડ અને શક્તિના સંરક્ષણનો કાયદો સ્થપાયો, તેજના આક્ષેપવાદને બદલે અભિસરવાદ સ્વીકારાયો હતો તથા વિજળી અને લોહચુંબકના ક્ષેત્રમાં બહુ અદ્ભૂત પ્રગતિ સાધવામાં આવી હતી. એ પ્રગતિથી એ બંને વિષયો એક એકથી

વિખુટા ન પડે એમ સંધાઇ ગયા એટલું જ નહિ પણ વિદ્યુચ્ચુંબકત્વની શોધ પ્રકાશ તથા આક્ષિપ્ત શક્તિની શોધ સાથે સંકળાઇ ગઇ.

હવે આપણે વિદ્યુત્ તથા લોહચુંબકના વિષયોમાં થયેલી પ્રગતિનો સંક્ષેપમાં સાર આપવા તરફ વળીએ અને સામાન્ય ભૌતિક શાસ્ત્રના બધા વિષયોને એક સૂત્રમાં ગાંઠનાર તત્ત્વ તરીકે આજે એ વિષય પોતાનું સ્થાન કેવી રીતે લેતો થયો છે તે જોઇએ.

## ૨ એમ્પીયરના સમય પહેલાં વિદ્યુત્સ્થિતિ શાસ્ત્ર

વિદ્યુત્ અને લોહ ચુંબકના અભ્યાસને લાગે વળગે છે ત્યાંસુધી અરાડમો સૈકો એ માત્ર વિદ્યુત્સ્થિતિશાસ્ત્રમાં થયેલી પ્રગતિનો જ યુગ હતો. પ્રવાહ વિદ્યુતનો વિષય તે સમયે તદન અજાણ્યો હતો અને આ યુગ પહેલાં તો ઘર્ષણથી વિજળી પેદા થાય છે એ તથ્ય ઉપરાંત બીજું કાંઇ વધારે ભાગ્યે જ સમજાયું હશે. ઇંગ્લેંડના સ્ટીફન ગ્રે તથા ફ્રાંસના એક ફ્રેંચમેન ચાર્લ્સ ફ્રાંકોઇસ સીસ્ટને તથા ડુફે નામના આદમીએએ કરેલા કામથી અરાડમા સૈકાની એ વિષયમાં થયેલી શોધખોળ શરૂ થઇ ગણાય. ગ્રેએ એવું સિદ્ધ કર્યું કે જુદા જુદા પદાર્થોમાં વિજળી વહી જવાની શક્તિ વધારે ઓછા પ્રમાણમાં હોય છે અને તેનું કારણ કાંઇ તે પદાર્થોના રંગ કે એવા કોઇ ભૌતિક ભેદ નથી પણ વસ્તુ ફેર છે. દાખલા તરીકે ધાતુના તાર વિજળીનું સારી રીતે વહન કરે છે, જ્યારે રેશમના તાર તેમ કરતા નથી. આવી રીતે તેણે જુદા જુદા પદાર્થોના વિજળીના વાહક અને અવાહક અથવા મંદવાહક એવા બે સમૂહો પાડ્યા. માનવ શરીર વિજળીનું વાહક છે એ વાત ગ્રેએ બતાવી, અને રેશમી દોરી વડે લટકતા રાખેલા એક છોકરાને તેને વિદ્યુત્પૂર્ણ કર્યો હતો.

ડુ ફે એથી આગળ વધ્યો. વાચકને એ તો યાદ હશે કે ગિલ્બર્ટે પદાર્થોને વિજળીવાળા અને વિજળી વગરના એવા બે વર્ગોમાં વહેંચી નાંખ્યા હતા. એમાંના પહેલા વર્ગમાં આવેલા પદાર્થોમાં ઘર્ષણથી વિજળી પેદા કરી શકાતી હતી જ્યારે બીજા વર્ગના પદાર્થોમાં એવી રીતે વિજળી પેદા કરી શકાતી નહતી. ડુ ફેએ બતાવી આપ્યું કે એ ખ્યાલ ખોટો હતો, કારણ કે ઘર્ષણથી પદાર્થ માત્રમાં વિજળી પેદા કરી શકાય છે. જે પદાર્થોમાં દેખીતી રીતે ઘર્ષણથી વિજળી પેદા કરી શકાતી નથી તે ખરું જોતાં વિજળીના એવા સારા વાહક હોય છે કે તેનામાં પેદા થતી વિજળી તરત જ આસપાસનાં બીજાં વાહકોમાં પસાર થઇ જતી હતી. આવા પ્રસંગોમાં તેનામાં વિજળી પેદા કરવી એ માત્ર તેનામાંથી વહી જતી વિજળીને પૂરતા પ્રમાણમાં પસાર થતી અટકાવવાનો જ પ્રશ્ન હતો. ડુ ફે વળી એમ પણ સિદ્ધ કરવામાં સફળ થયો કે દુનીઆમાં બે જાતની વિજળીઓ છે. વિજળીના તે બે પ્રકારને તેણે અનુક્રમે 'સ્ફટિક વિદ્યુત્' અને 'રાળ વિદ્યુત્' એવાં નામ આપ્યાં હતાં.

૧૭૮૬ માં પીટર વાન મુશ્શેન બ્રોક નામના એક નામાંકિત ડચ વિજ્ઞાનીએ 'લેડનજાર'ની શોધ કરી. એ શોધ ઉપર જણાવેલી શોધો પછીનું અગત્યનું પ્રગતિપગથું હતું. શીશીમાં ભરેલા પાણીને વિદ્યુત્પૂર્ણ કરવાના પ્રયત્નમાંથી એ ઉપકરણની શોધ અકસ્માતથી થયેલી હતી. મુશ્શેનબ્રોકે તેના મિત્ર રેમર આગળ કબુલ કર્યું હતું કે 'આખા ફ્રાંસનું રાજ્ય મળતું હોય તો પણ હું ફરીવાર એવો ધડકો સહન કરવા કબુલ ન થાઉં.' આથી ઉલટું પ્રિસ્ટલી કહે છે કે વિટનબર્ગનો પ્રો. બોઝ વિજળીના ધડકાથી મરવા તૈયાર હતો, કારણ કે તેના મરણના અહેવાલથી વિજ્ઞાનની 'ફ્રેંચ એકેડેમી'ની નોંધપોથીને તેના મરણનો અહેવાલ આપનો એક લેખ મળે.'

મનુષ્ય સ્વભાવ તમાશાપ્રિય હોવાથી 'લેડનજાર 'ના અજાપૂર્વક વિજળી રહિત થઇ જવાના ચમત્કારે જાહેર પ્રજાનું ધ્યાન બહુ ખેંચ્યું તેમાં કાંઇ નવાઇ પામવા જેવું નથી. ફરતા ખેલાડીઓએ તેનો પૂરેપૂરો લાભ ઉઠાવ્યો અને લેડનજારમાં સંઘરેલી વિજળીને તેમાંથી બહાર કાઢી નાંખવા માટે વિજળીના વાહક તરીકે માનવ શરીરનો ઉપયોગ કરવામાં આવવા લાગ્યો ત્યારે એ તમાશાએ બહુ મોટું રૂપ ધારણ કરવા માંડયું. નૉલેટે 'રાજાની હાજરીમાં ૧૮૦ શીપાઇઓના શરીરમાંથી બરણીની વિજળી પસાર કરી. પાછળથી દરેક બે માણસની વચ્ચે લોઢાના તાર રહે એવી રીતે ૯૦૦ ફીટ લાંબી હારમાં પારિસના મઠના કાર્થુસીયન સાધુઓ ઉભા રહ્યા. આમ ગોઠવણી કર્યા પછી બરણીમાંથી વિજળી છોડતાં તે બધા એકજ સાથે થડકી ઉઠયા. ગંભીર આચરણવાળા સાધુઓના એમ થડકવાથી ખૂબ જ હસવા જેવો દેખાવ થયો હતો.'

વિદ્યુત્સ્થિતિશાસ્ત્રમાં થયેલી પ્રગતિ જોડે યશસ્વી અમેરિકન બેન્જામીન ફ્રેંકલીનનું નામ બહુ નિકટ રીતે જોડાયેલું છે. ૧૭૪૭ માં 'વિજળીની આગને હરી લેવામાં અથવા દૂર કરવામાં અણીદાર ચીજો જે ભાગ ભજવે છે' તે તરફ એણે પહેલ વહેલું વિજ્ઞાનીઓનું લક્ષ દોર્યું. એજ પત્ર વ્યવહારમાં તેણે તેનો પ્રખ્યાત 'વિજળીનો એક પ્રવાહવાદ' જાહેર કર્યો. એ વાદ મુજબ પદાર્થ માત્રમાં વિજળી ભરી હોય છે, પણ તેના હમેશના સામાન્ય જથ્થા કરતા તેમાં વધારે વિજળી દાખલ થાય છે અથવા તેમાંથી થોડી બહાર નીકળી જાય છે, ત્યારે જ તે વિજળીની અસર બતાવવા માંડે છે. વિજળીનું પ્રમાણ વધતાં જે અસર દેખાય છે તેને 'ધન વિદ્યુત્' ( પૉઝિટિવ ઇલેક્ટ્રિસિટી )અને તેનું પ્રમાણ ઘટતાં દેખાતી અસરને ઋણ વિદ્યુત્ ( નેગેટિવ ઇલેક્ટ્રિસિટી ) એવાં નામ આપવામાં આવે છે. સ્થિર વિજળીના તમામ સાધારણ અને સાદાં

દર્શાવતી બહુજ સાદી સમજૂતિ આપતો એ વાદ બહુ વહેલો સ્વીકારાયો એટલું જ નહિ, પણ સાંપ્રતયુગમાં લગભગ આજ સુધી વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં તેનો પ્રભાવ જમાવી રહ્યો.

ત્યારબાદ બેન્જામીન ફ્રાંકલીને વાતાવરણની વિજળીના વિષય તરફ પોતાનું લક્ષ ફેરવ્યું, અને તેમાં તેને ઝળકતી ફત્તેહ મળી. અત્યાર સુધી એમ મનાતું હતું કે ગાજવીજનાં તોફાન હવાના ઉપલા થરોમાં થતા વાયુના ધડાકાઓથી થાય છે; પણ ફ્રાંકલીને આકાશી વિજળી તથા 'લેડન બરણી 'ના વિજળી રહિત થવાના ચમત્કારની વચ્ચે કેટલાક અગત્યના મળતાપણાના મુદ્દાની નોંધ લીધી હતી. ૧૭૪૯ ના નવેંબરની ૭ મી તારીખની નોંધમાં તેણે પોતાની નોંધપોથીમાં નીચે મુજબ તે નોંધ કરેલી છેઃ–વિજળીદ્રવ, આકાશી વિજળી જોડે નીચેની વિગતોમાં મળતું જણાય છેઃ–( ૧ ) પ્રકાશ આપવાની બાબતમાં; ( ૨ ) પ્રકાશના રંગની બાબતમાં; ( ૩ ) વાંકી ચુંકી દિશાની બાબતમાં; ( ૪ ) ઝડપી ગતિમાં; ( ૫ ) ધાતુમાંથી વહી જવાની બાબતમાં; ( ૬ ) અવાજ સાથે ફુટવાની બાબતમાં; ( ૭ ) બરફ કે પાણીમાં રહેવાની બાબતમાં; ( ૮ ) જે પદાર્થોમાંથી પસાર થાય તેને તોડી નાંખવાની બાબતમાં; ( ૯ ) પ્રાણીઓનો નાશ કરવાની બાબતમાં; ( ૧૦ ) ધાતુઓને પીગળાવી નાંખવાની બાબતમાં; ( ૧૧ ) જ્વાલાગ્રાહી પદાર્થોને સળગાવવાની બાબતમાં અને ( ૧૨ ) ગંધક જેવી વાસ પેદા કરવાની બાબતમાં. 'વિજળીના દ્રવને ખેંચી લેવામાં ' અણીદાર ચીજોના ધર્મનો ઉપયોગ કરી, આકાશમાંની વિજળીને ખેંચવાના હેતુથી ચગાવેલા પતંગ જોડે જોડેલા તાર વાટે તેને ખેંચી શકાય છે કે નહિ તે જોવાનો તેણે નિશ્ચય કર્યો. વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં સૌથી વધારે પ્રખ્યાતિ પામેલા તેના આ પ્રયોગને પૂરી સફળતા મળી અને તેને

પરિણામે તુરત જ તમામ મોટાં મકાનો પર વિજળીનાં વાહકો લગાડવામાં આવ્યાં.

અત્યાર સુધી આપણે કુદરતની જુદી જુદી શક્તિઓના ધર્મની વિવિધ શોધખોળોનો ઉલ્લેખ કરેલો છે. હવે તેનાં પરિણામોને ગણિતના પાયા પર મૂકવાના વિષયની અભિવૃદ્ધિનો માર્ગ મોકળો થયો. ઇંગ્લેંડમાં હેન્રી કેવેન્ડિશે (૧૭૩૧–૧૮૧૦) તથા ફ્રાંસમાં ચાર્લ્સ ઑગસ્ટિન કોલંબે (૧૭૩૬ થી ૧૮૦૬) આ ક્ષેત્રમાં બહુ ઉત્તમ કામ કર્યું છે. એમાંના પહેલાએ વિજળીનાં ધારકોના વિજળી ધારણ કરવાની શક્તિની ગણત્રી કરવાના વિષયની શોધખોળ કરી અને કાંઇક અંશે પાછળથી થયેલા ઓહ્મના કાયદાની ઝાંખી કલ્પના કરી. કોલંબે વાળ તથા તારના વળ ચડવાના ધર્મની તપાસણીના પરિણામે ૧૭૭૭માં વળતુલા બનાવી અને તેના વડે વિદ્યુત્સ્થિતિશાસ્ત્રના તથા લોહચુંબકના વિષયના સંખ્યાબંધ મૂળગત વાદોની સાબીતિ આપી. ખાસ કરીને તેણે બતાવી આપ્યું કે ન્યુટનનો વ્યસ્ત વર્ગનો કાયદો, ગુરુત્વાકર્ષણની બાબતમાં છે તેટલો જ વિજળી અને ચુંબકના આકર્ષણની બાબતમાં પણ ખરો જણાય છે.

## ૬ એમ્પીયરના સમય પહેલાં પ્રવાહવિદ્યુત

અઢારમા સૈકાના અંતમાં જેની શરૂઆત થઇ તે પ્રવાહ વિદ્યુતના વિષય તરફ હવે આપણે વળીએ. ૧૭૩૭ થી ૧૭૯૮ સુધીમાં ઇટાલીમાં લુઇગી ગેલ્વેની નામનો એક વૈદ્ય અને શારીરશાસ્ત્રી થઇ ગયો હતો. કેટલીક જાતનાં માછલાંમાં વિજળીનો ધડકો આપવાની શક્તિ હોય છે એ વિષયનો અને તે ઉપરથી સામાન્ય રીતે પ્રાણીઓના શરીરમાં જણાતી વિજળીનો તે અભ્યાસ કરતો હતો. પ્રવાહવિદ્યુતથી આ પ્રશ્ન તદ્દન ભિન્ન છે, છતાં પ્રવાહ.

વિદ્યુતનો ખ્યાલ એ વિષયના પ્રયોગને આભારી છે, એ જરા કૌતુકભરી બીના છે. મરેલા દેડકાના પગને ઠસવાતી લેડન બરણીની વિજળીની અસર નીચે આણતાં તે ખેંચાતા અને લાતો મારતા હોય એમ ઉછળતા હતા. તે પગમાંની નાડી કોઈપણ રીતે વિજળી પેદા કરવાની શક્તિ ધરાવે છે, એટલે તે આગમાં થતી વિજળી ને પગની હીલચાલોના કારણ રૂપ હતી એવું ગેલ્વેનીનું કહેવું હતું. પોતાના ઘરના છજામાં તાંબાના હૂક પર તેણે મરેલા દેડકાના પગ લટકાવ્યા. પવનની લહેર આવતાં જ્યારે જ્યારે તે પગ છજાના કઠેરાની લોઢાની જાળીને અડકતાં ત્યારે ત્યારે તેમાં ખેંચારાની અસર થતી જણાતી હતી. હવે એવે પ્રસંગે તેને વિજળી આપનાર આકાશી વિજળી કે વિજળી કે પેદા કરનાર યંત્ર જેવું કોઈ બહારનું સાધન નહતું એટલે તે પગના ખેંચારા બહારથી આવતી વિજળીને લઈને નહતા એવું અનુમાન તેણે ઉપજાવ્યું.

આમ છતાં ગેલ્વેનિના જ દેશબંધુ એલેસાન્ડ્રો વોલ્ટાએ (૧૭૪૫–૧૮૨૭) તેનાં અનુમાનના સત્ય બાબત શંકા ઉઠાવી. વોલ્ટા પાવિઆના વિદ્યાપીઠમાં કુદરતનાં દર્શનનો અધ્યાપક હતો. આ બંને વિદ્વાનો વચ્ચે ચાલેલી ચર્ચાએ આખી વિજ્ઞાની સૃષ્ટિનું ધ્યાન ખેંચ્યું. વોલ્ટા જીવવિજ્ઞાની તરીકે જાણીતો હતો છતાં તે વિજળીના વિષયમાં ખૂબ રસ લેતો થયો હતો અને ૧૭૭૫ માં તેણે એક વિદ્યુદ્વારક યંત્ર બનાવ્યું હતું. વોલ્ટાને એવી શંકા થઈ હતી કે દેડકાના પગમાંની નાડી તેમાં જણાતી વિજળીનું મૂળ નહતી, પણ બીના વાહનથી એક એકના સંસર્ગમાં આવતી તાંબા તથા લોઢા જેવી ભિન્ન ધાતુઓ વિજળી પેદા કરવાનાં અગત્યનાં સાધન રૂપ હતી. એક છેડે એક એકને સ્પર્શતા અથવા ધાતુના તારથી જોડેલા ચાંદી તથા સોનાના સિક્કા જીભે અડકાડતાં

ધાતુમય સ્વાદનો અનુભવ થાય છે તેની બીનાઓ તેણે એ બાબતના દૃષ્ટાંત રૂપે ટાંકી બતાવી. જીભની ઉપર તાંબાની તથા નીચે જસતની પટી મૂકી પછી તે બંનેના છેડા એક એકને અડવા દઈ વાંચક જાતે ઉપર વર્ણવ્યો તેવો પ્રયોગ કરી શકે છે.

આની પછી વોલ્ટાએ એવી શોધ કરી કે માત્ર ભીનાશ કરતાં તેજાબથી ખટવેલું પાણી વળી વધારે સારાં પરિણામ આપે છે. આ વિચારસરણીના તર્કાનુરૂપ પરિણામ રૂપે આજે જેને આપણે ' વોલ્ટેઇક સેલ ' કહીએ છીએ તેની ક્રમે ક્રમે ઉત્પત્તિ થઇ. ૧૮૦૦ માં રૉયલ સોસાઇટીના પ્રમુખને લખેલા કાગળમાં તેણે પોતાની સુવિખ્યાત ' વોલ્ટેઇક થર ' અને તેના ' પ્યાલા તરંગ ' એટલે કે જલતરંગની પેઠે ગોઠવેલા પ્યાલાઓ બંનેનું વર્ણન કર્યું હતું. એ સાધન હારબંધ ગોઠવેલા પ્યાલાઓનું બનેલું હતું અને તે દરેકમાં મંદ તેજાબનું દ્રાવણ ભરેલું હતું, અને તે દરેકમાં જસત અને ત્રાંબાની પટીઓ મૂકેલી હતી અને એકમાંની જસતની પટી તેની જોડેના પ્યાલામાંની ત્રાંબાની પટી જોડે એમ જોડાણ કરેલાં હતાં.

પ્રવાહ વિદ્યુતના અભ્યાસની શરૂઆત આવી હતી. વિજળી પેદા કરનાર યંત્રમાં પેદા થતી વિજળીનું માપ કાઢવાનો વિષય સાઇમન ઓહ્મ તથા બીજાઓએ કેવી રીતે ખીલવ્યો અને તેમાંથી વિદ્યુદ્રસાયનનો વિષય કેવી રીતે ઉગી નિકળ્યો એ વિષેનું વિવેચન આગળ કરવાનો પ્રસંગ આવશે. હમણાં તો વિદ્યુચ્ચુંબકત્વના અતિ અગત્યના વિષયની દિશામાં થયેલી બીજી ખીલવણીનો વિચાર આપણે કરીશું.

વિજળી અને લોહચુંબક ધર્મ વચ્ચે કાંઇ સંબંધ હશે એવી કોઇને શંકા સરખી નહતી. એવા સંબંધની શરૂઆતની

શોધ કરવાનું માન હાન્સ ક્રિશ્ચિયન ઓરસ્ટેડ ( ૧૭૭૭-૧૮૫૭ ) નામના ડેન્માર્કના એક વિજ્ઞાનીને ભાગ જાય છે. તે કોપનહેગનના વિદ્યાપીઠમાં અધ્યાપક હતો. વિદ્યુચ્ચુંબકત્વના વિજ્ઞાનના પાયા રૂપ તેનો શિષ્ટ પ્રયોગ તેણે ૧૮૧૯ માં કર્યો. તેના વ્યાખ્યાન પીઠ પર ક્ષિતિજ સમસૂત્ર દિશામાં તોલાયલી એક લોહચુંબક સોય હતી. તે વખતે ઓરસ્ટેડ ગેલ્વેનિક વિદ્યુતોપસમુચ્ચયથી પ્રયોગ કરતો હતો. કોઇક ધન્ય અકસ્માતે તેણે પેલી લોહચુંબક સોયને વિદ્યુતોપસમુચ્ચય પાસે ખેંચી. વિદ્યુતોપસમુચ્ચયનો તાર અને પેલી સોય સમાંતર રહે એવી સ્થિતિ અકસ્માત ઉભી થવા પામી. અત્યાર સુધી શાંત રીતે ઉત્તર તથા દક્ષિણ દિશા બતાવની એ લોહચુંબક સોય ઓચીંતી ભમી ગઇ અને તેની મૂળ સ્થિતિને કાટખૂણે આવી ઉભી, એ જોઇ તેને આશ્ચર્ય થયું. આ બનાવ બન્યા પછી તેણે તારમાં વહેતા વિજળી પ્રવાહની દિશા ઉલટાવી નાંખી. વળી પાછી લોહચુંબક સોય ભમી, પણ આ વખતે તે પહેલાના કરતાં વિરૂદ્ધ દિશામાં જઇ ઊભી. આ શોધ બહુ અદ્ભૂત તેમજ નિર્ણયાત્મક હતી. કોઇને કોઇ રીતે વિજળી અને ચુંબકત્વ એક એક જોડે નિકટ સંબંધ ધરાવતાં હતા.

પ્રયોગ કર્યા પછી એક વર્ષે ઓરસ્ટેડે તેનું વર્ણન પ્રસિદ્ધ કર્યું અને તુરત જ તેની અર્થસૂચકતાથી આખું યુરોપ જાગી ઉઠ્યું. એનાથી શોધખોળનું એક નવું ક્ષેત્ર ઉઘડ્યું. ઓરસ્ટેડે એ વિષયમાં ત્યારપછી કાંઇ વધારે ફાળો આપ્યો નહિ. તેણે તો માત્ર રસ્તો જ બતાવ્યો. એ રસ્તો જોઇ તેને અનુસરનારાઓમાં જેની જીવનકથા હવે આપવાની અમે શરૂ કરનાર છીએ, તે આન્દ્રી મેરિ એમ્પીયરના જેટલી ઝગઝગી સફળતા મેળવવા તેમાંનું કોઇ ભાગ્યશાળી થયું નથી.

## ૪ આન્ડ્રી મૅરિ એમ્પીયર

આ અદ્દભૂત શક્તિવાળો ફ્રેંચમેન ૧૭૭૫ ના જાન્યુઆરીની ૨૨ મી તારીખે લાયન્સ શહેરમાં જન્મ્યો હતો. તેની આયેક વય જેટલી જ તેની બાલ્યાવસ્થા પણ ધ્યાન ખેંચે એવી હતી. તેનો પિતા જૅક્સ એમ્પીયર ક્લેટ્સમંદ વેપારી હતો. તેના એકના એક પુત્રના જન્મ પછી પોલીમીઁ નામના એક નાના ગામડા પાસે આવેલી અને જાહેર જીવનથી વેગળી જાગીરમાં તે નિવૃત્ત થયો.

નાનો આન્ડ્રી જન્મસિદ્ધ ગણિતશાસ્ત્રી હતો. પોલીમીઁમાં નિશાળ નહતી એટલે તે સ્વયંશિક્ષિત હતો એમ જ કહી શકાય. બતક માટે પાણીમાં તરવું જેટલું સહજ તેટલો સહજ તેને ગણિતનો અભ્યાસ હતો. પાંચીકા કે શીંગોના દાણા લઇ તેની સાથે રમતો અને ગણત્રીઓ કરતો તે કલાકોના કલાકો સુધી બેસી રહેતો. એમ કહેવાય છે કે એક વાર તે બહુ માંદો થઇ ગયો હતો. તેવે પ્રસંગે ગણત્રીઓ કરી કરી તે તેના મગજને ઉશ્કેરતો અને થકવી નાંખતો રહે એ હેતુથી તેની માએ તેની પાસેના પાંચીકા લઇ ઉંચા મૂક્યા, તેને એકલો મૂકી કંઇ કામસર અને તે બહાર ગઇ. પાછી આવીને જુએ છે તો નાના આન્ડ્રેએ તેને આપેલા બિસ્કિટના નાના નાના ટુકડા કર્યાં હતા અને પાંચીકાને બદલે તેનો ગણત્રીમાં ઉપયોગ કરતો હતો.

આન્ડ્રેની કેળવણી તેના પિતાએ પોતાને હાથ રાખી. તેણે પ્રથમ તેને સ્વભાષા શીખવી અને પછી લાટિન ભાષાનું શિક્ષણ આપવા માંડયું. પણ આન્ડ્રેને તો ગણિતની ભૂખ હતી. લાટિનનો અભ્યાસ તેને નિરર્થક લાગ્યો અને દેખીતી રીતે તે તેને નાપસંદ હતો. અથી તેના પિતાએ તેને તે શીખવવાનું છોડી દીધું અને બીજગણિત તથા ભૂમિતિનો અભ્યાસ કરવાની તેને છુટ આપી.

યોગ્ય સમયમાં તેના પિતાના પુસ્તકાલયમાં જે કાંઇ ગણિતનાં પુસ્તકો હતાં તેનો તેણે પાકો અભ્યાસ કરી નાંખ્યો અને બીજી નવી સૃષ્ટિ જીતવાનું તે શોધવા લાગ્યો. લાયન્સમાં તેના પિતાનો મિત્ર આબે ડુબારન રહેતો હતો બાપ દીકરો બંને તેને મળવા ગયા. નાનો આન્દ્રે એમ્પીયર માત્ર બાર વર્ષનો જ બાળ હતો છતાં પોતાને શેની જરૂર છે તે તે સારી રીતે જાણતો હતો. તેણે બહુ નમ્રતાથી તે ગૃહસ્થ પાસે યુલર અને બર્નોલિ નામના બે સુવિખ્યાત ગણિતશાસ્ત્રીઓનાં પુસ્તકો ઉછીનાં આપવાની માગણી કરી ! એ માંગણીથી આબેને કેટલું આશ્ચર્ય થયું હશે તેની વાચકે કલ્પના કરી લેવી. તેણે તેને સમજણ પાડતાં કહ્યું કે ' પણ મારા નાના દોસ્ત, તને ખબર છે કે એ પુસ્તકો તો ડિફરેન્શિયલ કેલ્કયુલસનાં છે ? ' તે કિશોર એ સાંભળી કાંઇક ગભરાયો તો ખરો પણ તે હાર્યો નહિ. તેણે જવાબ આપ્યો કે ' વારૂ, પણ મને ખાત્રી છે કે હું તે બધું શીખી શકીશ. ' આબેએ કહ્યું કે ' બેશ, પણ એ પુસ્તકો લાટિન ભાષામાં લખેલાં છે. ' રસ ન પડવાને કારણે કંટાળી જે વિષયનો અભ્યાસ કરવો મૂકી દીધો હતો, તેને માટે આ એક મહા વિકટ પ્રશ્ન હતો. પણ પહેલા જે અભ્યાસનો હેતુ સમજતો નહતો તેનો હવે હેતુ સમજી અભ્યાસ કરવાનો હતો. આથી તેણે જવાબ વાળ્યો કે ' ત્યારે મારે તે ભાષા પણ શીખવી જોઇશે ! '

તેની આ નિશ્ચયાત્મકતાની ડુબારન પર ભારે છાપ પડી અને તેણે તેને મદદ કરવાનો ઠરાવ કર્યો. હવે તેના પિતાએ તેને ફરી પાછું લાટિન શીખવવા માંડ્યું અને આબેએ તેને કેલ્કયુલસ શરૂ કરાવ્યું. થોડાજ મહિનામાં તે જે પુસ્તકો વાંચવા તલપતો હતો તે વાંચવા તે તૈયાર થઇ ગયો.

અરાડ વર્ષનો થયો એટલામાં તો એમ્પીયર ગણિતના જ્ઞાનની

ઉંચી હદે પહોંચ્યો હતો અને પોતાના અભ્યાસ પર કળશ ચડાવવા તેણે લાપ્લાસનું ' મીકેનીક સીલેસ્ટી ' તથા લાગ્રાંજનું ' મીકેનીક એનેલીટિક ' એ બે પુસ્તકો વાંચી નાખ્યાં, એટલુંજ નહિ પણ ગ્રીમાંના પહેલાના બધા અઘરા પ્રશ્નો પણ છોડયા. પણ તેનું વાચન માત્ર ગણિતશાસ્ત્રમાં જ રૂંધાયું નહતું. તેના હાથમાં જે આવતું તે તે પુસ્તક વાંચી નાખતો પછી તેનો વિષય ગમે તે હોય. આવી સખત મગજમારીથી આરોગ્ય લથડે તેમાં શી નવાઇ ? આમ તેની તબીયેત નાદુરસ્ત તો હતીજ તેવામાં તેના પિતાને ગરદન મારવામાં આવ્યો. તેના મરણના શોક સંતાપે તો તેની તબીયેત છેકજ લથડી ગઇ.

આમ છતાં પણ એમ્પીયર યુવાન હતો અને પ્રાણશકિતથી ભરેલો હતો. જોઇતી પ્રેરણા મળતાં તેનામાં રહેલું જુવાનીનું જોમ ઝળકયા વગર રહે એમ નહતું. આ સમયે અકસ્માતથી તેના હાથમાં આવી ચઢેલા જીન જેકસ રૂસોએ રચેલા વનસ્પતિશાસ્ત્રના પુસ્તકના રૂપમાં તેને જોઇતી પ્રેરણા મળી ગઇ. તે વિષયની તેમજ તેના લેખકની શૈલીની મોહિની પોલીમીની સૌંદર્યભરી ઉપાધિને એવાં તો અનુરૂપ હતાં કે તેથી જેને માટે તેનું મન ઝંખી રહ્યું હતું એવો સહાનુભુતિનો તાર ઝણઝણી ઉઠયો. તેણે તે ચોપડી વાંચી નાખી અને વિવિધ નમુનાઓ શોધતો તે ભમવા લાગ્યો. આમ કરતાં કરતાં ક્રમે ક્રમે તેની માનસિક શકિતઓ પાછી પહેલાં હતી તેવી થઈ ગઇ.

તેના મનને તેની હમેશની સ્થિતિ પર પાછું લાવવામાં મદદ કરનાર બીજી વસ્તુ આ વખતે જ તેના હાથમાં આવી પડેલું લાટિન કાવ્યોનું એક પુસ્તક હતું. એ કાવ્યો તેને ગમ્યાં એટલે તેણે બીજાં કાવ્યો પણ જોવા માંડયાં ખાસ કરીને હોરેસે તેના પર બહુ જબરી અસર કરી. લાટિન ભાષામાં કાવ્યો લખવાની તેણે આ ગાળામાં

ખીલવેલી શક્તિ ખરેખર હલકી પ્રતની નહતી. તેની નોંધપોથીનાં પાનાં તે ભાષામાં તેણે રચેલાં કાવ્યોથી ભરેલાં હતાં.

આખરે પૂર્ણ આરોગ્યને પ્રાપ્ત કર્યા બાદ ઍમ્પીયરે ફરીથી પૂરા દિલથી અભ્યાસી જીવનમાં ઝંપલાવ્યું. વનસ્પતિના નમુનાઓની શોધથી તેને જોઇતી ખુલ્લી હવાનો વ્યાયામ મળી રહ્યો. એકવીશ વર્ષની વયે એક વાર આમ વનસ્પતિનમુનાની શોધમાં તે નીકળ્યો હતો, તેવામાં પાસેના સેંટ જર્મેઇન નામના ગામના એક વનનીની જુલી કૅરન નામની છોકરીનો તેને અકસ્માત મેળાપ થયો. આન્દ્રેની બાબતમાં તે પ્રસંગ પ્રથમ દૃષ્ટિએ પ્રેમનો કિસ્સો થયો. 'ઍમોરમ' એવા શીર્ષક નીચે એ વાત તેની નોંધપોથીમાં નોંધાયેલી છે અને તેના વહેલાના પત્રવ્યવહાર જોડે એ વાત ૧૮૭૩માં મેડમ શેવોએ અંગ્રેજીમાં તરજુમો કરેલા એક પુસ્તકમાં પ્રસિદ્ધ થયેલી છે. પોતાના ગામના દેવળના મિનારાની ઉંચાઇની ગણત્રી કેમ કરવી તે જુલીને શીખવવાનો તેણે યત્ન કર્યો. એવી રીતે તેનું સંવનન જો કે કોઇ કોઇ વાર કાંઇક અંશે ગણિતમય થતું હતું છતાં તે સફળ થયું અને તે કહે છે કે ૧૭૯૭ના જુલાઇની ૩૭ તારીખે તે યુવતીએ તેની પત્ની થવા કબુલ્યુ.

કુદરતી રીતે આમ થતાં તેના ભાવીનો પ્રશ્ન તુરતજ સામો આવીને ઉભો. પોતાના ઘરના નિભાવ માટે જરૂરની આવકના પ્રશ્ને હજુ સુધી તેને મુંઝવ્યો નહતો. તેના કુટુંબીઓની સભા મળી અને તેના ભવિષ્યના સાસરા પક્ષનાં સગાંઓએ તેને રેશમી કાપડની દુકાન માંડવાનો આગ્રહ કર્યો. ગણિત અને વિજ્ઞાનના શોખ જોડે એ વાતનો ભાગ્યેજ મેળ પડે એમ હતું, એટલે ઍમ્પીયરે શિક્ષકનો ધંધો કરવાનો નિશ્ચય કર્યો. જુલીના એક સગાને ત્યાં રહી તેણે લાયન્સમાં ખાનગી વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષણ આપવા માંડ્યું.

૧૭૯૯ ના ઑગસ્ટની ૨૭ તારીખે તે અને જુલી લગ્નગાંઠથી જોડાયાં. તેની કમાણી આછી હતી છતાં તે બંને બહુ સુખી જીવન ગાળતાં હતાં. લગ્ન પછી એક વર્ષે તેની પત્નીને જીન જેક્સ એન્ટોઇન નામનો પુત્ર પ્રસવ્યો. હવે માત્ર ખાનગી શિક્ષણ આપવા કરતાં વધારે કમાણી થાય એવો કોઇ ધંધો કરવાની તેને જરૂર જણાઇ. તેની પત્નીની ચાલુ માંદગીથી એ જરૂરીઆતમાં વૃદ્ધિ થઇ. ૧૮૦૧ ના ડીસેંબરમાં એઇનના ખાતાની સેંટ્રલ સ્કુલમાં ભૌતિક તથા રસાયનવિજ્ઞાનના શિક્ષકની જગા મેળવવામાં તે સફળ થયો. આતો માત્ર પહેલું પગથીઉં હતું, અને ખરૂં જોતાં તે બહુ સંતોષકારક પણ નહતું કારણકે તેની પત્ની એટલી બધી બિમાર હતી કે તે તેની સાથે આવીને રહી શકે એમ નહતું.

૧૮૦૨ માં તેણે એક પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. તેનો હેતુ એવું સિદ્ધ કરવાનો હતો કે ચાલુ જુગાર રમનાર આદમી આખરે નાણાં ગુમાવે છે. એ પુસ્તક લખવામાં ઍમ્પીયરનો હેતુ પ્રસિદ્ધિ મેળવવાનો હતો અને ખરેખર તેનો એ હેતુ સફળ થયો. પ્રખ્યાત ગણિતશાસ્ત્રી દલાંબ્રે એ પુસ્તકની રચના પાછળ રહેલી સહેજે નજરે ચઢે એવી પ્રતિભાથી પ્રભાવિત થયો અને તેની વગથી ૧૮૦૩ માં ઍમ્પીયરને તેના પોતાના લાયન્સ ગામમાં નવી નીકળેલી શાળામાં ભૌતિક તથા રસાયન વિજ્ઞાનના અધ્યાપકની જગા લેવાની સૂચના થઇ.

પોતાનાં વહાલાં પત્ની તથા પુત્રની સાથે રહેવાની આ તકથી ખૂબ હર્ષ પામેલા ઍમ્પીઅરે બહુ આતુરતાથી એ સૂચના સ્વીકારી પણ તેનું એ સુખ અફસોસ બહુ અલ્પજીવી નીવડ્યું. તેની માંદી પત્નીની તબીયેત વધારે બગડી અને ૧૮૦૪ના જુનની ૧૩મી તારીખે તેની બચવાની આશા મુકવામાં આવી. 'આ દિવસે મારૂં બાકીનું જીવન નક્કી કર્યું છે ' એવી દીલગીરિ ભરેલી નોંધ તેણે પોતાની નોંધપોથીમાં કરેલી છે. ૭ દિવસ પછી જુલી મરણ પામી.

આ માથી એમ્પીઅર છેકજ દબાઇ ગયો અને વળી પાછું એની હામ તુટી ગઇ. લાયન્સનું જીવન હવે તેને અકારૂં થઇ પડ્યું. તેણે તે ગામ છોડવાનો નિશ્ચય કર્યો અને ૧૮૦૫ માં પારિસની ઉદ્યોગશાળામાંની એક નોકરી તેણે સ્વીકારી. અહીં થોડા સમય માં તો તે બહુજ દુઃખી અવસ્થામાં રહ્યો. લાયન્સના એના અનુભવો બહુ દુઃખ ભર્યા હતા, છતાં સમય જતાં તેનો શોક સંતાપ હળવો થયો હતો એટલે હવે તે ગામ છોડવા બદલ તેને બહુ દીલગીરી થવા લાગી. આ ગાળામાં તેની મનોદશા બહુ વિચિત્ર હતી. એક પત્રમાં તેણે જાતે તે દશાનું કરેલું વર્ણન આ રહ્યું:—

' મારૂં જીવન વર્તુલ સરખું છે અને તેની સમતાનો ભંગ કરનાર કાંઇ જ નથી......ગણિત શાસ્ત્રીઓના કરતાં મારા તરફ વધારે માયા ધરાવતા પેરિસમાં દર્શનશાસ્ત્રના વિજ્ઞાનમાં કામે લાગેલા વિદ્વાનો જોડે અભૌતિક વિષયોના પ્રશ્નોની ચર્ચા કરવી એ મારો એક જ આનંદ છે, અને તે પણ પોલો અને કુત્રિમ છે અને તેનો હું જુજ ઉપભોગ કરૂં છું. પણ મારી સ્થિતિને અનુસરી મને ગણિતશાસ્ત્રીઓની ઇચ્છાને અનુસરી કામ કરવું પડે છે. પણ તે મને દિલ બહેલાવવામાં સહાય કરતું નથી, કારણ કે હવે મને ગણિતમાં રસ રહ્યો નથી......રવિવાર શિવાય......મ. દ્દ્રાસી જેવા દાર્શનિકોને હું ભાગ્યે જ મળી શકું છું. અવાર નવાર મ. દ્દ્રાસીનાં રહેવાની જગા ઓટોઇલમાં હું અવાર નવાર તેની જોડે ભોજન કરૂં છું. આખા પારિસમાં એ એક જ સ્થાન મને લ્યોનના કિનારાના પ્રદેશની યાદ આપે છે. '

જેમ જેમ સમય વીતતો ગયો તેમ તેમ એમ્પીયરના મન પરની ગમગીનીની છાયા ઓછી થતી ગઇ અને તે પોતાની પ્રાપ્ત સ્થિતિમાં સંતોષ માની રહેતો હતો. ૧૮૦૬ માં તે બીજી વાર

પરણ્યો. હવે તેનો સંસાર બિનહરકતે ચાલતો થયો. ૧૮૦૮ માં તે વિદ્યાપીઠનો ઇન્સ્પેક્ટર જનરલ નીમાયો અને ૧૮૦૯ માં પારિસની 'પૉલીટેક્નિક' શાળામાં તે પૃથક્કરણાત્મક કેલ્ક્યુલસ તથા યંત્રશાસ્ત્રનો અધ્યાપક નીમાયો. મરતાં સુધી તે આ જગા પર કાયમ રહ્યો હતો અને તેની પ્રખ્યાત વિદ્યુચ્ચુંબકત્વની શોધખોળો તેણે અહીં જ કરી હતી.

## ૫. એમ્પીયરની શોધખોળો

૧૮૨૦ ના સપ્ટેમ્બરની ૧૧ મી તારીખ અને સોમવારે ફ્રાંસના 'ઇન્સ્ટિટ્યૂટ'માં જીનીવાથી તરતનો પાછો ફરેલો એક સભ્ય આવ્યો. તે પોતાની સાથે ઓર્સ્ટેડની મહાન શોધનો અહેવાલ લઈ આવ્યો હતો. તેના ઉશ્કેરાયલા તથા ખૂબ રસથી ભાગ લેતા શ્રોતાઓમાં એમ્પીઅર પણ હતો. ઓર્સ્ટેડના પ્રયોગની અગત્યનો આન્દ્રેના મન પર બહુ જબરો પ્રભાવ પડયો. તેમાં તેને બહુ અગાધ શક્યતાઓની આગાહી જણાઇ. તે પોતાની પ્રયોગશાળામાં ગયો અને તેણે જાતે પોતાના સંતોષની ખાતર એ પ્રયોગ તેના મૂળના સાદા સ્વરૂપમાં ફરી કરી જોયો એટલું નહિ, પણ જેટલા કલ્પી શકાય તેટલા ફેરફાર સાથે તેણે એ પ્રયોગ કર્યો.

સાત દિવસ પછી 'ઇન્સ્ટિટ્યૂટ'ના ભેગા થએલા સભ્યો આગળ તે હાજર થયો અને પોતાની એક અઠવાડીઆની મહેનતનો અહેવાલ તેમની આગળ રજુ કર્યો, અને ઓર્સ્ટેડે કરેલા કામનો પોતે કેવી રીતે વિસ્તાર કર્યો હતો તે બતાવી આપ્યું. તેણે બતાવ્યું કે કોઇ તારમાં વિજળીનો પ્રવાહ દક્ષિણથી ઉત્તર તરફ વહેતો હોય અને એક લોહચુંબક સોય તે તારની તળે ધરવામાં આવે તો તે સોયનો ઉત્તર તરફ રહેતો છેડો પશ્ચિમ તરફ ભમી જાય છે, પણ તે સોયને તે તારની ઉપર ધરી રાખવામાં આવે તો તે

પૂર્વ તરફ ભમી જાય છે. પછીથી વિજળીના પ્રવાહની દિશા ગમે તે હોય તો પણ તેનાથી ચુંબકસોય કેવી રીતે ભમી જાય છે એ બતાવવા માટે એક સામાન્ય નિયમ ઉપજાવી કાઢવાનો તેણે યત્ન કર્યો. સોય તરફ પોતાનું મોં રહે એમ રહી પ્રવાહની દિશામાં તરતા માણસનું તેણે ચિત્ર કલ્પ્યું. એટલે કે જો સોય તારની ઉપલી બાજુએ હોય તો તે માણસ તેની પીઠ પર રહી ચત્તો તરે અને સોય તારની જમણી બાજુએ હોય તો તે માણસ પોતાના ડાબા પડખા પર રહી તરે અને એજ રીતે બીજા પણ પ્રસંગોમાં. આમ કલ્પતાં બધા પ્રસંગોમાં તે સોયનો ઉત્તર તરફ રહેનો છેડો તેની પ.સેના તારમાં વહેતા પ્રવાહની અસરથી તેના જમણા હાથ તરફ ભમી જવાનો. હાલમાં આ તથ્યને એમ્પીયરનો કાયદો એ નામથી ઓળખાવવામાં આવે છે. તેને ફરીથી નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય:–વિજળીનો પ્રવાહ તમારા પગમાંથી પેસી માથે થઈ પસાર થઈ જાય છે એમ કલ્પો તો ચુંબક સોયનો ઉત્તર તરફનો છેડો હંમેશાં તમારા ડાબા હાથ તરફ ભમી જતો જણાશે.

આ પછીનું એમ્પીયરનું બીજું પગલું ખરેખર અતિશય અગત્યનું હતું. તેણે એવી દલીલ કરી કે વિજળીનો પ્રવાહ લોહચુંબક પર જે અસર કરે છે તે તે સોયની લંબાઈને કાટખૂણે એટલે કે તેની હાલત થતી હોવાથી, વિજળીનો પ્રવાહ વહેતા તારને બદલે લોહચુંબક પાટી વાપરવામાં આવી હોત તો પણ આવી જ અસર થાત. લોહચુંબક સોયને બદલે, વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો બીજો તાર ધરવાથી તેવી જ અસર થાય એવી આશા તો કોઈપણ વ્યાજબી રીતે રાખી શકે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો કુદરતી રીતે એક એકને સમાંતર રહેતા બે વિજળીનો પ્રવાહ વહેતા તારની એક એક પર થતી અસરના પ્રશ્નનો અભ્યાસ કરવા

તે ક્રમે ક્રમે દોરાયો. એમ્પીયરે એવી દલીલ કરી કે જેવી રીતે બે લોહચુંબક પાટીઓના ધ્રુવો એક એકને આકર્ષે અથવા પ્રત્યાકર્ષે તેવી જ રીતે આવા બે પ્રવાહ વહેતા તારોએ પણ વર્તવું જોઇએ. પ્રયોગની કસોટી લગાડી આ બાબતનો નિર્ણય કરવાને તે પ્રવૃત્ત થયો. તેણે પ્રવાહ વહેતા બે તાર એક એકની પાસે એવી રીતે ગોઠવ્યા કે તે બંને છુટથી ફરી શકે. પછી તેણે તે દરેકમાં એક જ દિશામાં વહેતા વિજળીના પ્રવાહ પસાર કર્યા. એમ કરતાં તે બંને તાર એક એક તરફ આકર્ષાયા. પછી તેણે તે પ્રવાહોની દિશા ઉલટાવી નાંખી. એમ કરતાં તે તાર એક એકથી દૂર ગયા અથવા પ્રત્યાકર્ષાયા.

આ બધા પ્રયોગો તેણે એક લેખમાં પ્રસિદ્ધ કર્યા. એમ્પીયરના નિર્ણયો પર તુરત જ હુમલો કરવામાં આવ્યો. તેના ચર્ચકો કહેવા લાગ્યા કે એમ્પીયર જે ચમત્કાર બતાવી શકો હતો તે ચુંબકત્વના ચમત્કાર મૂળે જ હતા નહિ, પણ તે તો માત્ર વિજળીના ચમત્કાર હતા, અને વધારે ઓછે અંશે તે તો વિજળીના આકર્ષણ તથા પ્રત્યાકર્ષણના સાદા બનાવો માત્ર હતા. આ વાંધાનો તો બહુ નિર્ણયાત્મક જવાબ હતો. વિજળીના આકર્ષણ પ્રત્યાકર્ષણની બાબતમાં તો એક સરખી વિજળીવાળા પદાર્થો પ્રત્યાકર્ષાય છે અને વિરૂદ્ધ વિજળીવાળા પદાર્થો એક એક તરફ આકર્ષાય છે તો પણ સમાંતર પ્રવાહોની બાબતમાં તો એક જ દિશામાં વહેતા પ્રવાહો એક એક તરફ આકર્ષાય છે જ્યારે વિરૂદ્ધ દિશામાં વહેતા પ્રવાહો એકથી દૂર જાય છે. દુનીઆમાં હંમેશાં એવા લોક જોવામાં આવે છે કે જે માન આપવા યોગ્ય વ્યક્તિને ઘટતું માન આપતાં મરવા પડે છે. એમ્પીયરના નિર્ણયોનો વિરોધ કરી શકાય એમ નથી એવું ચોક્કસપણે સિદ્ધ થયું તો પણ કેટલાક એવા વિરોધી હતા કે જે તેને ઉતારી પાડવાનો યત્ન કર્યા જ કરતા હતા. એવી એક વાત છે કે તેના

ચર્ચામાંના એક સુવિખ્યાત એરેગોની હાજરીમાં એમ જાહેર કર્યું કે બે પ્રવાહો એકની એક લોહચુંબક સોય પર અસર કરે છે એમ આપણે જાણીએ છીએ, એટલે એ તો દેખીતું જ છે કે તે બને એક એકની ઉપર અસર કરેજ. આ વાત સાંભળતાં પોતાના ખીસામાંથી બે કુંચીઓ કાઢી તેણે તે ચર્ચકની શંકાના જવાબમાં કહ્યું કે, ' આ કુંચીમાંની દરેક લોહચુંબકથી ખેંચાય છે, તો તે ઉપરથી તમે શું એમ ધારો છો કે તેઓ એક એક તરફ ખેંચાશે !"

એમ્પીઅરે તેની ખોજ આગળ ચલાવી અને તે આખરે એમ સિદ્ધ કરવામાં સફળ થયો કે બે તારમાંની વિજળીના પ્રવાહનું બળ અનુક્રમે ક અને ક' હોય અને તેમની વચ્ચેનું અંતર દ હોય તો તેમની વચ્ચે થતા આકર્ષણ કે પ્રત્યાકર્ષણનું બળ $બ = \frac{કક'}{દ^૨}$ જેટલું થાય. આ પરિણામથી મૅક્સ્વેલ એમ્પીયરને વિજળીનો ન્યુટન કહેવા પ્રેરાયો હતો.

આ પછીના પ્રયોગથી એમ્પીયરે તેજ માર્ગે એક બીજી મોટી પ્રગતિ કરી. તેને એ તો સાફ સમજાયું હતું કે દરેક વિદ્યુત પ્રવાહને ફરતું ' ચુંબકક્ષેત્ર ' ( મેગ્નેટિક ફીલ્ડ ) હોય છે. આ પહેલાં શ્વાઇગરે વિદ્યુન્માપકયંત્રની ( ગેલ્વેનોમીટર ) નવી શોધ કરી હતી. તેનો પાયો એ હતો કે તારના એક ગોળ ગુંચળાના પ્રસંગમાં, તે ગુંચળાના કેન્દ્ર આગળ જણાતી પરિણામી ચુંબકબળ તે ગુંચળું જે સપાટીમાં હોય તેને કાટખૂણે થતું હતું. શ્વાઇગરને એ પણ જણાયું હતું કે તારના એક આંટાને બદલે ઘણા આંટા લેવામાં આવે તો તેના કેંદ્ર આગળની પરિણામી ચુંબક અસરમાં તે પ્રમાણમાં વૃદ્ધિ થાય. જો એ તારનાં આંટાનું ગુંચળું લોહચુંબકત્તના તલમાં આવેલું

હોય અને એક લોહચુંબક સોય તેના કેંદ્ર આગળ મૂકવામાં આવે તો, તે ગુંચળામાં વિજળીનો પ્રવાહ પસાર કરતાં તેના કેંદ્ર આગળનું પરિણામી ચુંબકબળ એ તલને કાટખૂણે આવેલી દિશામાં થાય. આનો અર્થ એ થયો કે તે લોહચુંબક સોયપર એકી સાથે બે બળો કાર્ય કરતાં થયાં. (૧) તે ચુંબકસોયને કુદરતી રીતે ઉત્તર-દક્ષિણ દિશામાં રાખવાના વલણવાળું બળ અને (૨) ચુંબકવૃત્તને કાટખૂણે તેને ખસેડવા મથતું તે તારના ગુંચળામાં વહેતા પ્રવાહની અસરથી પેદા થયેલું ચુંબકબળ. આ બે બળોના કાર્યને પરિણામે એ બે બળોના કાર્યની દિશાની પરિણામી દિશામાં રહેવાનું વલણ તે સોય બતાવતી હતી. લોહચુંબક સોયને ચુંબકવૃત્તમાંથી આડું ખેંચનાર બળનો આધાર તેને ફરતા ગુંચળામાં વહેતા વિજળીના પ્રવાહના બળ પર હોવાથી, તે સોય તેની મૂળની સ્થિતિમાંથી જેટલા અંશને ખૂણે ભમી જતી હતી તેનાથી તે ગુંચળામાં વહેતા પ્રવાહના બળનું માપ નીકળતું હતું. પ્રવાહમાપનના ( ગેલ્વેનોમેટ્રી ) આખા વાદનો આજ પાયો છે.

વિજળીનો પ્રવાહ વહેતા તારના ગુંચળાના કેંદ્ર આગળ થતી ચુંબક અસરમાં તે ગુંચળાના આંટા વધારવાથી વધારો કરી શકાય છે એ ખ્યાલનો એમ્પીઅરે ઉપયોગ કર્યો, પણ તે આંટાઓને વિદ્યુત્પ્રવાહમાપક યંત્રમાં હોય છે તેમ ન ગોઠવતાં તેણે તેને લાંબા ગુંચળાના આકારમાં ગોઠવ્યા. એવા ગુંચળાના દરેક આંટાના કેંદ્ર આગળ તે આંટાના તલને કાટખૂણે કાર્ય કરતું ચુંબકબળ હોય છે. દરેક આંટાના કેંદ્રમાં, આંટાના તલને કાટખૂણે કાર્ય કરતાં એ ચુંબકબળોને સમગ્રદષ્ટિએ જોતાં, તે ગુંચળાની ધરીના લંબાઇને અનુસરી એક સળંગ ચુંબક બળ થાય છે. પરિણામે આવું ગુંચળું ચુંબકની દષ્ટિએ

જોતાં એક ચુંબકપાટી જેવું જણાય છે, અને છુટથી ફરી શકે એમ તેને લટકતું રાખવામાં આવે તો તેના છેડા ચુંબક ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવો તરફ રહે એવી રીતે તે સ્થિર થઇ રહે. એમ્પીઅરને એ પણ જણાયું કે જેમ ગુંચળાના આંટા પાસે પાસે હોય તેમ તેની ધરીની દિશામાં કાર્ય કરતું ચુંબક બળ વધારે પ્રબળ થાય છે. હવે તેણે પોતાના મન જોડે દલીલ કરી કે લોહ ચુંબકના ક્ષેત્રમાં મૂકેલી પોલાદની કે નરમ લોઢાની પાટી હંમેશાં ચુંબકત્વપૂર્ણ થાય છે તો તેવી પાટીની આસપાસ તારના આંટા વીંટી, તે તારમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ પસાર કરતાં તેનામાં ચુંબકત્વનું આરોપણ કરી શકાવું જોઇએ. બહુ સફળતાથી તેણે આ ખ્યાલ પ્રયોગસિદ્ધ કર્યો. પોલાદને અપાયેલું ચુંબકત્વ ઘણા લાંબા સમય સુધી ટકી રહે છે એટલે આ રીતે બહુ લાંબા સમય સુધી ટકી રહે એવી ચુંબક પાટીઓ તેણે બનાવી. પોલાદના કરતાં આ બાબતમાં નરમ લોઢાનું વર્તન જુદું હોય છે. જે ચુંબક ક્ષેત્રમાં તે મુકાયું હોય તેમાંથી દૂર થતાં તેનામાં આવેલા ચુંબકત્વ ધર્મનો તુરત જ લોપ થાય છે. તેના આ ગુણને પરિણામે તારના ગુચળાના કેંદ્રમાં મૂકેલી નરમ લોઢાની પાટી, તે ગુંચળામાં વિજળીનો પ્રવાહ પસાર કરતાં બહુ સખત રીતે ચુંબકત્વપૂર્ણ થાય છે, અને પ્રવાહ બંધ થતાં તુરત જ ચુંબકત્વહીન થઈ જાય છે. આવી રીતે જેને એમ્પીઅરે 'ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટ' નામ આપ્યું હતું તે વિદ્યુલ્લોહચુંબક બને છે. પ્રથમ પંક્તિની અગત્યની ઘણી વ્યવહાર શોધો એ શોધમાંથી ઉભી થઇ છે.

વિજળીના તારની પ્રથમ સૂચના કરવાનું માન પણ એમ્પીઅરને ભાગ જાય છે. [illegible] કે અર્વાચીન તારની પદ્ધતિની સરખામણીમાં તેની [illegible] અમંરમોચી દેખાય છે. તેનો ખ્યાલ અંગ્રેજી મૂળાક્ષરના દરેક [illegible] માટે એક જુદો તાર રાખવાનો

હતો. એમ માનવા કારણ છે કે સંખ્યાંકો માટે પણ એવી રીતે જુદા તાર રાખવાની તેની ધારણા હતી. જે છેડે સંદેશો લેવાનો હોય ત્યાં દરેક તારની નીચે લોહચુંબક સોય મૂકવાની હતી, સંદેશો મોકલવાને છેડે સંદેશાના શબ્દોની જોડણીને અનુસરી જોઇતા તારમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવતો અને તેને પરિણામે સામે છેડેની ચુંબક સોયના ભમવાથી ત્યાં સંદેશો વાંચી લેવાનું બની શકતું હતું.

આખરે તેના તથા એરેગો અને બીજાઓના ઉદ્યોગને પરિણામે પ્રકાશમાં આવેલા વિદ્યુલ્લોહચુંબકના ચમત્કારોના સમગ્ર ક્ષેત્રની મર્યાદા પર ખૂબ ઊંડો વિચાર કરતાં એમ્પીયર તે બાબતમાં તર્ક કરવા પ્રેરાયો. તેનો વાદ જેટલો વિજળીબળથી ચુંબકત્વના ચમત્કારોની સમજૂતિ આપનારો હતો, તેટલો ચુંબકત્વથી વિજળીના ચમત્કારોની સમજૂતિ આપનારો નહતો. લોહચુંબકપાટીના દરેક કણુને તેની આસપાસ વિદ્યુત્વૃત્તની પેઠે ફરી વળતા પ્રવાહથી વીંટળાયેલો તે ગણતો. આને પરિણામે તે કણુમાં ઉત્તર તથા દક્ષિણ ચુંબકધ્રુવો બની રહેતા. આ ખ્યાલ ઉપરથી તેણે એવો નિર્ણય કર્યો કે પૃથ્વી પોતે એક જબરી લોહચુંબક છે એ, તેને ફરતા પૂર્વથી પશ્ચિમ દિશામાં વહેતા જબરા વિજળીના પ્રવાહના પુરાવા રૂપ છે. એમ્પીઅરના આ મત મુજબ તો લોઢાની પાટીને ચુંબકત્વપૂર્ણ કરવાની ક્રિયા ખરું જોતાં તેના દરેક કણુની આસપાસ ફરી વળતા વિજળી પ્રવાહોને એક જ દિશામાં વહેતા કરવાની ક્રિયા હતી. આ વાદ ખરેખર બુદ્ધિની ઝીણવટ ભર્યો છે, પણ હવે તો તે માત્ર ઇતિહાસમાં નોંધાયલી રસિક ઘટના રૂપ જ થઇ રહેલો છે.

## ૬ એમ્પીઅરનું પાછલું જીવન

હવે પછીના આન્દ્રે એમ્પીઅરના જીવનમાં જાણવા જોગ બનાવો નહિ જેવા જ થોડું છે. તેના મરણ સુધી તે 'પોલી

ટેક્નિક' શાળાના શિક્ષક તરીકે તથા પારિસ વિદ્યાપીઠના ઇન્સ્પેક્ટર તરીકે કામ કરતો રહ્યો હતો, અને એકંદરે એ કામ તેને વેઠ જેવું અને બુદ્ધિને કુંઠિત કરનારું જણાયું હતું. શિક્ષણનો અનંત નિત્ય વ્યવસાય તેની શોધખોળના માર્ગમાં અંતરાય રૂપ થઇ પડતો હતો એ તેને બહુ સાલતું હતું, છતાં તે કામ અનિવાર્ય હતું કારણ કે તે કામ બદલ મળતા પગાર પર તેનો આધાર હતો. ઠેઠ મરતાં સુધી, પોતાની પાસે શીખવા માટેનો ખર્ચ કરી શકે એવા ખાનગી વિદ્યાર્થીઓને શિક્ષણ આપી, પોતાની આવકમાં તેને પૂરવણી કરવી પડતી હતી.

આવી પરિસ્થિતિ હોવા છતાં તે નામનાનો ભૂખ્યો નહતો એ બહુ જાણવા જેવી વાત છે. તેણે ડિફ્રેન્શિયલ અને ઇન્ટીગ્રલ કૅલ્કયુલસનું એક પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું અને તેની પર કર્તા તરીકે પોતાનું નામ લખ્યું નહિ એટલું જ નહિ, પણ પુસ્તકનું નામ પણ લખ્યું નહિ.

'વન'માં પેસતાં તેને છાતીનો રોગ લાગુ પડયો. વિદ્યાપીઠના ઇન્સ્પેક્ટર તરીકેના કામને અંગે દર વર્ષે અમુક સમય તેને ભૂમધ્ય સમુદ્રને કાંઠે આવેલા પ્રદેશોમાં જવું પડતું હતું. તે હવાફેરની ગરજ સારતું અને તેથી તેની તબીયત સુધરી સારી બની રહેતી હતી. ૧૮૩૬ ના મે માસમાં માર્સેલ્સ જતાં તે માંદગીમાં સપડાયો અને બધા ઉપાય કર્યા છતાં ૬૨ વર્ષની વયે તે જુનની ૧૦ મી તારીખે મરણ પામ્યો.

આખા જીવન દરમિયાન આન્દ્રે ઊંડી ધાર્મિકવૃત્તિવાળો ખ્રિસ્તિ રહ્યો હતો, જો કે ઘણાખરા તત્ત્વજ્ઞોની પેઠે તેના જીવનમાં પણ શંકા અને નાસ્તિકતાના ગાળા આવેલા હતા. એક પ્રસંગે તેણે તેના મિત્રને લખ્યું હતું કે 'આ દુનીઆમાં માણસને ભમરી પડતી

પીડાઓ તથા યાતનાઓમાં શંકા એ સૌથી મોટી યાતના છે.' પ્રતિભાનાં ખાસ ચિહ્ન રૂપ ગણાતી ધૂનો એમ્પીઅરમાં બહુ મોટા પ્રમાણમાં હતી. તેની ઉછેરે જ તેને દુનીઆના સંસર્ગથી વેગળો રાખ્યો હતો. તે કદિ નીશાળે કે કોલેજે ભણવા ગયો નહતો, એટલે બહારની દુનીઆનાં સર્વત્ર સ્વીકૃત રૂઢ ધોરણોની તેને કાંઇ જ ખબર નહતી. આને પરિણામે પહેરવેશ અને રીતભાત એ બંને બાબતમાં બીજાને બહુ બેહુદી જણાય એવી વિચિત્રતા તેનામાં આવવા પામી હતી. તેના નિકટ સહવાસમાં આવવાનો હક્ક ધરાવનારા જ માત્ર જાણતા હતા કે તે કેવો સ્નેહભીનો, ખરાદિલનો તથા ઊંચા આદર્શોવાળો આદમી, વ્હાલસોયો પતિ અને પિતા, તથા બહુ નિમકહલાલ દોસ્ત હતો.

તે જરા જરામાં તપી જાય એવા સ્વભાવનો હતો. આ સંબંધમાં ટપ્પાના ઘોડાના ખર્ચની બાબતનો એક નાનો આંકડો તેની આગળ રજુ કરવામાં આવેલો તે વખતે એરિગોન આગળ બનેલા એક બનાવની તેનો પુત્ર રમુજભરી નોંધ આપે છે. એ આંકડાનો સરવાળો કરવામાં કાંઇ એવું થયેલું જેથી તેનો મિજાજ ગયો. ધીરજ અને ખુશમિજાજને એટલી બધી હદે તે ખોઇ બેઠો કે તેને કશી વાતનું ભાન ન રહ્યું. આખરે જ્યારે તેણે તે આંકડો ચુકવી આપ્યો ત્યારે તે લેનાર ઘોડાવાળાએ તિરસ્કાર પૂર્વક ટીકા કરી કે ' એ કુંતો હોશિયાર નથી. એને ગણત્રી કરતાં કોણે શીખવ્યુ છે ? '

બીજા ઘણા મહાન પુરૂષો તથા ઊંડા વિચારકોની પેઠે એમ્પીઅર પણ ઘણે પ્રસંગે શૂન્યચિત્ત થઇ જતો હતો. આના દૃષ્ટાંતની ઘણી રમુજી વાતો છે. ઘણીવાર વ્યાખ્યાનના ઓરડામાં કોઇ બાબત સિદ્ધ કરવા જતાં તે તેમાં તલ્લીન થઇ ગયો હોય તેવે પ્રસંગે ખીસામાંથી રૂમાલ કાઢી તે પાટીયું લુછતો અને પછી પાટીયું

લુછવાના ચીંથરાથી પોતાનું કપાળ લુછતો. બીજી એક વાત એવી છે કે નિશાળે જતાં સીન નદી પરનો એક પૂલ ઓળંગતા તેણે એક રંગીન પાંચીકો જોયો. તેણે તે ઉઠાવી લીધો અને બહુ કાળજી- તેની તપાસણી કરવા લાગ્યો. ઓચીતું તેને ભાન થઇ આવ્યું- આવ્યું કે પોતે નિશાળે જવામાં મોડો પડશે. એ વિચાર આવતાં તેણે ખીસામાંથી ઘડિઆળ કાઢી તેમાં વખત જોયો. અને પછી તેને નદીમાં નાંખી, પેલો પાંચીકો ખીસામાં મૂકી ઝડપથી નિશાળ તરફ ચાલવા માંડયું.

'વિદ્યુત્લોહચુંબક'ના વિષયથી શોધનો પાયો નાંખનાર આવો હતો. ૧૮૮૧ માં વિજળી તથા લોહચુંબકનાં મૂળગત એકમો સાર્વત્રિક ઉપયોગ માટે નક્કી કરવા પારિસમાં આંતરરાષ્ટ્રીય વિજળીઓની પરિષદ ભરાઇ ત્યારે વિજળીના વ્યવહાર એકમને તેના નામ ઉપરથી 'એમ્પીઅર' એવું નામ આપી તેની યાદને તથા તેની શોધે તેમની મહેનત પર જે પ્રભાવ પાડયો હતો તેને તેમણે યોગ્ય આદર કર્યો હતો.

આ રીતે તેનું સ્મરણ કાયમ રહેલું છે. વિજળી અને લોહ- ચુંબકત્વનાં પ્રાથમિક પાઠ્ય પુસ્તકોમાં તે જીવંત રહેલું છે. ઔદ્યોગિક પ્રવૃત્તિની લગભગ દરેક શાખામાં અર્વાચીન સગવડોની આબાદીમાં વિપ્લવ કરનાર મોટી વિજળીની શોધમાં તે જીવંત છે. ખરૂં જોતાં જ્યાં જ્યાં માનવ જાતની સેવાને અર્થે વિજળી અને લોહચુંબકનાં વિજ્ઞાન એક રસ થયેલાં છે ત્યાં ત્યાં તેનું સ્મરણ ચિરંજીવ છે.

# સર હંફ્રીડેવી

## ૧ બાલ્યાવસ્થા

વિદ્યુત્લોહચુંબકનાં ક્ષેત્રમાં પહેલ કરનાર જે મહાન વ્યકિતનું
ન આપણે હમણાં જ જોઇ ગયા તેનો સમકાલીન સર હંફ્રી ડેવી
. તેની ખાસ વૈજ્ઞાનિક પ્રવૃત્તિમાં એમ્પીઅરની શોધખોળો
િ તેટલી જ વિજળી અને રસાયનવિજ્ઞાન વચ્ચેના સંબંધની
હંફ્રીની શોધખોળો આગળ પડતી હતી. ડેવીની સર્વગ્રાહી
તેભાએ ભૌતિક વિજ્ઞાનની એટલી બધી શાખાઓમાં પ્રવેશ
ો હતો કે જો કે ખરૂં જોતાં તે રસાયનવિજ્ઞાની હતો છતાં,
ખ્યાત ભૌતિક વિજ્ઞાની તથા ગણિત વેત્તાઓની મંડળીની
ર રૂપ આ પુસ્તકમાં એનો સમાવેશ કર્યા વગર ચાલે
મ નથી.

૧૭૭૮ ના ડીસેંબરની ૧૭ મી તારીખે હંફ્રી ડેવી કોર્નવૉલના
ઝાન્સ ગામમાં એક પ્રાચીન ફ્રેંન્ચ કુટુંબમાં જન્મ્યો હતો.
ા પિતા રૉબર્ટ ડેવી ધંધે લાકડા પર નકશી કરનાર હતો.
ોનો દાદો ધંધામાં સારો સફળ થયેલો મિસ્ત્રી હતો. તેના
ફથી, નાની સરખી આવક વારસામાં મળતાં હંફ્રીનો પિતા
ર્ટ બહુ નાની ઉમરે ધંધામાંથી નિવૃત્ત થઇ ગયો હતો. ડેવીની
નું નામ ગ્રેસ મિલેટ હતું. તે પેન્ઝાન્સના એક કાપડીઆની
ી નાની છોકરી હતી અને તેના ખુશમિજાજ, તથા મળતાવડા
ે પરગજુ સ્વભાવ માટે જાણીતી હતી. રૉબર્ટ ડેવીમાં ખાસ
થવા જેવું કે આંખે ચઢે એવું કાંઇ નહતું. નાની સરખી
વક મળતાં, એકંદરે બહુ નાની ઉમરે તે આવકની પૂરવણી

કરવા તેણે કાંઇજ ન કર્યું એ બીના આપોઆપ કહેવા જેવું બધું કહી આપે છે.

ડેવી તેનાં માબાપનો સૌથી મોટો છોકરો હતો અને નાનપણથી જ તંદુરસ્ત અને હોશિયાર હતો. પાંચ વર્ષનો થયો ત્યારથી જ તેની માતાએ તેને વાંચતાં લખતાં શીખવા નિશાળે મૂકી દીધો. તે એક નાની ખાનગી નિશાળ હતી. એક વર્ષ એ નિશાળમાં ભણ્યા પછી ડેવી પેન્ઝાન્સની મોટી નિશાળમાં દાખલ થયો. એ નિશાળનો વડો શિક્ષક રેવરંડ જે. કોરીટન હતો. તે સહેલાણી આદમી હતો અને તેના શિષ્યોને બહુ મદદ કરે એવો નહતો. ડેવી કહે છે કે 'મી. કોરીટનની નિશાળમાં તેણે બહુ આળસ ભોગવ્યું હતું.' એકંદરે આમ થયું તે તેને માટે બહુ ઠીક હતુ, કારણ કે શિક્ષકના ભાગની ત્રુટિ પૂરી કરવા માટે તેને પોતાની ઇચ્છાશક્તિ તથા બુદ્ધિનો ઉપયોગ કરવો પડતો હતો. એજ પ્રસંગે એણે લખ્યું છે કે 'હું જે છું તે હું જાતે બન્યો છું. આમ કહેવામાં હું મિથ્યાભિમાન નથી કરતો, પણ ખરા અને મોજઃ ભાવે એમ કહું છું.'

તે બહુ ઝીણી બુદ્ધિનો અને બટક બોલો હતો એ બીનાનું નીચે વર્ણવેલા પ્રસંગ પરથી ઉદાહરણ મળે છે. એવું જણાય છે કે મી. કોરીટનનો 'વ્યવહારૂ શિસ્ત'નો ખ્યાલ વિદ્યાર્થીઓના કાન આમળવામાં જ આવી જતો હતો. આ શિક્ષા ખમવામાં ડેવીનો હિસ્સો હમેશાં બહુ મોટો રહેતો. શિક્ષકની આ રીત ભુલાવવા કાંઇ કરવું જોઇશે એવા નિશ્ચયપર આવતાં, એક દિવસ સવારે તે બન્ને કાન પર પ્લાસ્ટર લગાડી નિશાળે ગયો. તેને શું થયું છે એમ શિક્ષકે પૂછ્યું એટલે તેણે બહુ દાવકાઇથી સમજૂત કરી કે લૂઓ ન લાગે માટે કાન પર પ્લાસ્ટર કર્યું છે.

માતા તરફથી તેનામાં બહુ કલ્પના તથા કાવ્યનો શોખ ખીલ્યાં હતાં. મા તથા દાદીમાના અખૂટ વાર્તા ભંડારમાંની વાર્તાઓ કે કાવ્યના પુસ્તકોમાંથી તેઓ જે કંઇ વાંચી સંભળાવે તે સાંભળતાં તે કદી થાકતો નહિ, અને કુદરતી રીતે શીઘ્રવાદી હોવાથી તેણે બહુ જલદીથી જાતે વાર્તાઓ કહેવાની સારી હથોટી મેળવી લીધી. તે હંમેશાં બહુ સહેલાઇથી પોતાને આપેલા અભ્યાસનું કામ કરી શકતો હતો અને જાતે કુદરતને ખોળે રમનાર બાળક હોવાથી જોઇએ તે કરતાં વધારે વખત અભ્યાસમાં ગાળતો નહિ. શાળાના સમય પછી, હજુ નવ વર્ષ પણ જેને પુરાં થયાં નહતાં એવો આ નાનો બાળક પોતાની આસપાસ ભાવથી ભેગા થતા શાળાના ભાઇબંધોનું શ્રોતાગણ ટોળે કરી, તેમને એક પછી એક વાર્તાઓ કહી સંભળાવતો હતો અને તેમાંની કેટલીક તો એણે જાતે યોજી કાઢેલી હતી. પાછલા જીવનમાં તે વિજ્ઞાનીઓમાં નેતા થયો હતો તેમ તેના રમતના સાથીઓનો પણ તે કુદરતી નેતા હતો.

નવ વર્ષનો થયો તે અરસામાં તેનાં માબાપ પેન્ઝાન્સ છોડી વાર્ઈસ રહેવા ગયાં, પણ તેના અભ્યાસમાં ખલેલ ન પડે તેટલા માટે તેમની સ્થિતિ ગમે તેવી હતી તો પણ પાન્ઝાન્સના એક સ્થાનિક વૈદ્ય અને શસ્ત્રવૈદ્ય મી. જૉન ટૅાન્કિનને ત્યાં રહેવાની ગોઠવણ કરી તેઓ તે ત્યાં જ મૂકતાં ગયાં. આ માયાળુ માણસે નાના ડેવીના ભાવી જીવન પર મહાન પ્રભાવ પાડ્યો છે તે જોતાં તેને વિષે એક બે બોલ કહેવા એ યોગ્ય થઇ પડશે. આ માયાળુ વૃદ્ધ પુરૂષ તે ગામમાં બહુ આદરણીય ગણાતો હતો. ડેવીનાં મા બાપ મી. અને મીસીસ મિલેટ મરણ પામ્યાં તે સમયે તેનું તેમના ઘરમાં ભાડુત તરીકે રહેવું એ ખરેખર ભાગ્યવીનું જ વિધાન ગણી શકાય. મીસીસ મિલેટ આ અરસામાં તેના પતિના મરણ પછીના અઠવાડીઆમાં મરણ પામી હતી. મી. ટૅાન્કિન

મય શક્તિ તેનાં અનાથ બાળકોની ઉછેરનારી કરતો હતો. તેમની આલાસ કરવા તેમનો એક સગો ત્યાં રહેવા આવ્યો હતો, પણ ઘરધણીનાં મરણ પછી પણ મી. ટેન્ક્રિને તેજ ઘરમાં રહેવાનું ચાલુ રાખ્યું અને બધી વ્યવહાર રીતે તેણે 'તે બાળકોના પિતાની જગા લીધી હતી.' તેમના હિતમાં મમતા ભર્યો રસ તે લેતો જ રહ્યો હતો, એટલે હંફ્રીનાં માબાપ પેન્ઝાન્સ છોડીને ગયાં ત્યારે નાનો હંફ્રી તેની જોડે રહ્યો એમાં કાંઇ નવાઇ જેવું નથી. હંફ્રી ચૌદ વર્ષનો થયો, ત્યારે મી. ટેન્ક્રિને પોતાને ખર્ચે તેને એક વર્ષ ટ્રુરોની મોટી નિશાળમાં મોકલી આપ્યો હતો.

અત્યાર સુધીમાં આપણે નાના ડેવી માટે એટલું જ કહી શકીએ એમ છીએ કે જો કે તે સામાન્ય સારી શક્તિઓ ધરાવતો જણાયો હતો, છતાં તેને વ્યાખ્યાનો આપવાનો અતિશય શોખ હતો. તે સિવાય તેણે બીજું કાંઇ પણ ખાસ વલણ બતાવ્યું જણાતું નથી. વ્યાખ્યાન માટે તેને શ્રોતા જનની જરૂર નહતી. કોઇ ઓરડામાં તે એક ખુરશી પર ઉભો થઇ જતો અને ચારે ભીંતોને ઉદ્દેશી ભાષણ કરતો હતો. તો પણ ઊંડે ઊંડે તેનામાં મહત્વાકાંક્ષા હતી, અને તેની જીવન કથામાં ડૉ. પેરિસ કહે છે તેમ કલાકોના કલાકો તે કીર્તિનાં સ્વપ્નાં સેવવામાં ગાળતો હતો.

બાહ્ય દેખાવમાં તેનામાં બીજા રૂપે રહેલી પ્રતિભાની સૂચના કરે એવું કાંઇ જ નહતું. તે કદે ગટ્ટો હતો, અને રીતભાતે નિર્જીવ હતો. તેના ખભા ઢળેલા હતા. 'કુદરતી સ્થિતિમાં તેનો ચહેરો સુંદર ગણી શકાય એવો નહતો.'

## ૨. યુવાવસ્થા

ટ્રુરો છોડયા પછી એક વર્ષ સુધી ડેવી એ તેનો સમય કોઇ પણ જાતના ખાસ લક્ષ્ય વગર પસાર કર્યો, છતાં તે સમય તેણે

તદ્દન બુદ્ધિનો ઉપયોગ કર્યા વગર પસાર કર્યો હતો એમ નહતું. તેની તે સમયની હીલચાલોમાં કોઈ નિશ્ચિત હેતુ નહતો અને તે ભવિષ્યનો વિચાર કરતો નહતો. ૧૭૯૪ ના ડીસેંબરમાં તેનો પિતા ઓચીંતો મરણ પામ્યો અને હંફ્રીને પોતાની અંદર સ્થિતિનો વિચાર કરવાની એકાએક ફરજ પડી. તેના પિતાએ વર્ષે દહાડે ૧૫૦ પાઉન્ડની નાની સરખી ઉત્પન્ન અને ૧૩૦૦ પાઉન્ડનું મોટું દેવું પાછળ મૂક્યાં હતાં એટલે પોતાની માતા પર અતિશય પ્રીતિ ધરાવનાર પોતાનાં પાંચ ભાંડુઓમાં સૌથી મોટા હંફ્રીએ જલદીથી મનમાં નક્કી કરી દીધું કે પોતાના રમવાના દિવસો પુરા થયા છે, હવે તેણે કરવું શું ? તેની મા હવે પાન્ઝાન્સ પાછી આવી ગઇ હતી એટલે તે બંને જણે મળી મી. ટોન્કિનની માતા ભરી સલાહ લીધી. એ સલાહને પરિણામે ૧૭૯૫ ના ફેબ્રુઆરી માસમાંથી ટોન્કિન જેવા જ વૈદ્ય અને શસ્ત્ર વૈદ્ય મી. બિન્ગામ બોર્લાસને ત્યાં ડેવીને નવા શીખાઉ તરીકે મૂકવામાં આવ્યો.

આથી ડેવીને પોતાને ઘણો આનંદ થયો. તેને એમ લાગ્યું કે પોતે યોગ્ય દિશામાં પગલું ભર્યું છે એટલે સખત મહેનત અને ઊંડા અભ્યાસથી તેણે ફતેહ મેળવવાનો નિશ્ચય કર્યો. તે ઉત્સાહ ભર્યો અને ઉમંગ પૂર્ણ હતો અને ઘણીવાર એકલો હોય ત્યારે મોટેથી બોલી જઇ પોતાના હૃદયના ઊંડાણની લાગણીઓ વ્યક્ત કરી દેતો હતો. આમ મોટેથી ભાષણ કરવાની તેને બહુ મજબૂત-આદત હતી અને તેનો ભાઇ ડૉ. જૉન ડેવી આપણને કહે છે કે તેની ઉમેદવારીના સમય દરમિયાન એક પ્રસંગે ' ગામડે કોઇ ગરીબ દર્દીની મુલાકાતે તે જતો હતો તેવામાં ભાષણના તાનમાં ને તાનમાં તેના હાથમાં તે દર્દીને આપવાની દવાની શીશી હતી તે તેણે ફેંકી દીધી, અને પછી તે બીચારી દર્દી બાઇની પથારી પાસે તે જઇ પહોંચ્યો ત્યારે તેની દવાની બાટલી ખોયા બદલ તેને બહુ આશ્ચર્ય

થયું. બીજે દહાડે એ દવાનો શીશો, રસ્તાની બાજુએ આવેલાં ઘાસનાં બીડમાંથી મળી આવી હતી.'

જુવાનીમાં તેણે બતાવેલા અદ્દભૂત પણ અમમતોલ જુસ્સાના ચોખ્ખા પૂરાવા તેની તે સમયની નોંધપોથી આપે છે.

" ધાર્મિક અને રાજકીય મંતવ્યોમાં સત્યશોધન કરવાની સૂચનાઓ જેવી સ્ફુરી તેવી નોંધેલી અને હવે પછી વધારે નિયમસર મૂકવાની." આવી નોંધ સાથે તે શરૂ થાય છે. તેનો પહેલો નિબંધ "જીવના અમરપણા તથા અદ્રવ્યતા ઉપર" એવો છે. બીજા નિબંધ પર "શરીર વ્યવસ્થિત દ્રવ્યપિંડ" એવું મથાળું છે, અને તેનો ત્રીજો નિબંધ "સરકારોપર" એવો છે. ત્યાર પછી વિવિધ પ્રકારના દર્શનના અને નીતિના વિષયોના નિબંધો આવે છે...પણ આ ઉપરાંત કેટલીક કવિતાઓ અને "એન બડીલ" નામની રોમાંચક નવલિકાની શરૂઆત છે. તે એક સંવાદના રૂપમાં છે. તેમાંના પાત્રમાં "ટ્રેવેલિસ નામનો યોદ્ધો અને કુમાર આર્થરનો મિત્ર" અને "મોરાબીન એક ડુઇડ છે અને દરપ કૉર્નવૉલમાં લેન્ડએન્ડ આગળની એક ટેકરી છે."

આ બધા ગાળા દરમિયાન મી. ટૉન્કિન ડેવીનો બહુ કિંમતી મિત્ર, મદદગાર, અને શિક્ષક હતો, અને તેની વિવેકસરી અસરથી થોડા જ સમયમાં તેણે પોતાના અભ્યાસના વધારે પડતા વિષયો છોડી દીધા અને પરિણામે તેનું ખરું વલણ વ્યક્ત થયું. ૧૭૯૬ તથા ૧૭૯૭ ના વર્ષોમાં તેણે ગણિત અને રસાયનનો અભ્યાસ કર્યો. એ બેમાંના બીજા વિષયનો પ્રારંભ તેણે લેવોઇઝરનાં 'એલીમેન્ટસ ઑફ કેમિસ્ટ્રી'થી કર્યો. એ પુસ્તકની તેના પર બહુ ઊંડી છાપ પડી હતી. તેણે પ્રયોગો કરવા માંડ્યા અને તેમ કરતાં મી. ટૉન્કિનના ઘરના શયનખંડનો એક પ્રયોગશાળા તરીકે ઉપયોગ

કરવા માંડ્યો અને થોડા જ સમયમાં તેની શોધક બુદ્ધિ આપોઆપ આગળ પડતી થવા લાગી. પાઠ્ય પુસ્તકોના પ્રયોગો તો પાછળ રહી ગયા અને તે પોતાના ખાસ પ્રયોગો કરવા લાગ્યો. તેના શોધખોળોના દિવસો શરૂ થઇ ચુકયા હતા.

નશીબ જોગે બન્યું એવું કે બુદ્ધિનો વિકાસ કરવાની તક આપવામાં સાધનરૂપ થાય, એવાં ઓળખાણ ડેવીએ કરવા માંડ્યાં, આમાંનો એક હતો ગ્રેગરી વૉટ. તે એક પ્રખ્યાત એન્જીનીયરનો પુત્ર હતો અને નબળી તબીયતને કારણે પેન્ઝાન્સની આબોહવામાં રહેવા આવ્યો હતો. તે બંનેનો મેળાપ થયો. તેમને પોતાનામાં બહુ મળતાપણાનાં તત્ત્વ જણાયાં અને પરિણામે તે બહુ ગાઢ મિત્રો થયા. બીજો હતો ડેવિસ ગિલ્બર્ટ. તે પાછળથી રૉયલ સોસાઇટીનો પ્રમુખ થયો હતો. ડેવીને 'રસાયનના પ્રયોગોનો શોખ છે,' એમ સાંભળતાં તે તેનામાં રસ લેતો થયો હતો. આ નવા થયેલા બે મિત્રોની લાગવગથી ડેવીને બ્રિસ્ટલના કિલફટન આગળના 'ન્યુમેટિક ઇન્સ્ટિટયુશન'ના સ્થાપક અને વ્યવસ્થાપક ડૉ. બેડડોઝના પ્રયોગશાળાના મદદનીશની જગા આપવાનું કહેણ આવ્યું. એ સંસ્થાનું કામ વાયુઓ વડે વિવિધ રોગો મટાડવાનું હતું. રસાયનની શોધખોળની વૃત્તિવાળા ડેવીને મન એ ખરેખર ભવ્ય ખુલ્લો પ્રગતિ માર્ગ હતો. બીજી બધી બાબતોની પેઠે પોતાની દવાની બાબતમાં સ્થિતિચુસ્ત વૃદ્ધ મી. ટૉન્કિનને મન એ એક વિનાશકારક ભૂલ હતી. તે તો એ પગલાની તદ્દન વિરૂદ્ધ હતો અને પરિણામે પોતે જે કિશોરને ચાહતો હતો, અને જેની જોડે તેણે આવડો બધો મૈત્રીભર્યો સંબંધ રાખ્યો હતો તેની જોડે તે થોડા સમય માટે રીસાયો પણ ખરો.

આ બધું છતાં પણ ડેવિડે તો તે જગા માટેનું કહેણ

સ્વીકર્યું. જેને ત્યાં તે અત્યાર સુધી ઉમેદવાર તરીકે કામ કરતો હતો, તે મી. બોર્લાસે તેને તેની બંધણીની કબુલાતથી મુક્ત કરવાની કૃપા બતાવી, એટલે ૧૭૯૮ના ઑક્ટોબર માસમાં તેની માતા અને મિત્રોની વિદાયગીરિ લઇ તે ક્લિફ્ટન જવા નીકળ્યો.

## ૩ પુખ્ત વય

પોતાની મહત્વાકાંક્ષા સંતોષવાને માટે ડેવીને ક્લિફ્ટનમાં જોઇતી બધી ઉત્તેજના મળે એમ હતું. ત્યાંનો વ્યવસ્થાપક ડૉ. બેડોઝ તેની જોડે બહુ માયાળુ રીતે વર્તતો અને તે તથા તેની પત્ની મળી ડેવીને તેના અવકાશના સમયમાં એવો આનંદમાં રાખતાં કે તેથી તેને તેના કાર્યમાં બહુ આરોગ્યપદ પ્રેરણાબળ મળી રહેતું હતું. તે વાયુઓના ધર્મોની, ખાસ કરીને તેના ભૌતિક, રાસાયનિક અને દેહધર્મને લગતા ધર્મોના વિગતવાર અભ્યાસની સંસ્થા હતી અને તેટલા માટે ત્યાં બહુ સુસજ્જ પ્રયોગશાળા હતી. ડેવી જેવા આતુર પ્રયોગ કરનારને માટે તે બહુ યશસ્વી તક હતી, અને તેનો તેણે પૂરો લાભ લીધો. કલ્પનાના ઘોડા દોડાવી તર્કો બાંધવાની અનિવાર્ય અવસ્થા તે તરી પાર ઉતર્યો હતો અને હવે એવું સ્વીકારતો હતો કે 'ન્યુટન જેવાના ભેજાંની નવા તર્કના મુદ્દાઓ ઊઠાવવાની કિંમત કરતાં એક પ્રયોગની કિંમત વધારે છે.'

ડેવીએ બહુ સારી રીતે અને સરળતાથી કાર્ય કર્યું. ભૌતિક વિજ્ઞાનમાં તેણે કરેલી સૌથી અગત્યની શોધખોળોનું આખું ઉપર વિસ્તારથી વર્ણન કરવામાં આવશે પણ નાઇટ્રસ ઑક્સાઇડ અથવા 'હસવાનો વાયુ' એ નામથી વધારે જાણીતા થએલા વાયુની તેણે કરેલી સહજ કસોટીથી, અંગોને બહેરાં કરી દેવાના વિષયના અભ્યાસનું તેણે મંગાણ કર્યું. તે સમયના એક બહુ પ્રખ્યાત વૈદ્ય ડૉ. મિચેલે એ વાયુને બહુ ઝેરી જણાવ્યો હતો. એની અમની

જાતે અજમાયશ કરવાનું ડેવીને કૌતુક થયું. બહુ થોડા પ્રમાણમાં તેણે એ વાયુની જાતે નાસ લીધી એટલે તેની ખાત્રી થઇ કે ડૉ. મિચેલનું કથન અતિશયોક્તિભર્યું હતું. પછી તેણે નાસમાં તે વાયુની માત્રા વધારી. અને તેમ છતાં તે તેને કેટલીક મિનિટ સુધી શ્વાસમાં લેવા શક્તિવાન થયો અને એમ કરતાં આખરે તે મુર્છા પામી ગયો. કોઇ પણ જાતની ઇજા વગર તે એ મૂર્છામાંથી જાગ્રત થઇ પાછો ભાનમાં આવ્યો અને એ બેભાન અવસ્થામાં તેને આવેલાં સુંદર સ્વપ્નાઓ તેણે બહુ આનંદથી નોંધી લીધાં. આ પરિણામોની પ્રસિદ્ધિ તરફ બહુ બહુ જગાઓએથી લોકોનું લક્ષ દોરાયું અને ડેવીનું નામ આગળ પડતું થવા લાગ્યું. પછી તેણે બીજા વાયુઓ તરફ લક્ષ આપવા માંડ્યું, પણ એમાંના કેટલાકની બાબતમાં તે બહુ નશીબદાર થયો નહિ. નાઇટ્રિક ઑક્સાઇડ તથા કાર્બ્યુરેટેડ હાઇડ્રોજન સુંઘવાને પરિણામે તે ગંભીર માંદગીનો ભોગ થઇ પડ્યો.

આમ અઢી વર્ષ સુધી ડેવી કિલફ્ટનમાં મહેનત કરતો રહ્યો. એ સમય દરમિયાન તેણે બહુ સખત કામ કર્યું, ઘણી ઘણી સિદ્ધિઓ મેળવી અને જેના જેના સમાગમમાં આવ્યો તેમનાં આદર અને માન તેણે જીત્યાં. ફરી એક વાર તે તેના પારિતોષિકનો ફાલ લણવાનો હતો, અને ખુલ્લી રીતે પોતાના જીવન હેતુ તરીકે જાહેર કરેલાં યશ અને માન મેળવવાનું બીજું અને પહેલાના કરતાં પણ વધારે કાર્યસાધક પગલું તે ભરવાનો હતો.

સીપાઇ, રાજ્ય પ્રકરણી તથા વિદ્વાની બેન્જામીન થૉમસન કાઉન્ટ રંફોર્ડ તે સમયે વિદ્વાની જગતમાં એક આગળ પડતી વ્યક્તિ હતો. તે ૧૭૫૩ માં મેસેચ્યુસેટસમાં જન્મ્યો હતો અને ઉગતી જુવાનીમાં અમેરિકાના સ્વાતંત્ર્ય યુદ્ધમાં અંગ્રેજોના પક્ષમાં રહી લડ્યો હતો. પાછળથી તે બેવેરિયામાં સ્થિર થયો હતો.

અને ત્યાં તેની સેવાને ખાતર તેને ઉમરાવપદ આપવામાં આવ્યું હતું. ૧૭૯૮ માં બાવેરિયા તરફના એલચી તરીકે તેને ઇંગ્લેંડ મોકલવામાં આવ્યો હતો. બ્રિટનના વતની તરીકે એ પદમાં તેનો સ્વીકાર થઇ શકે એમ નહતું, તો પણ થોડાં વર્ષ તેણે ઇંગ્લેંડમાં રહેવાનો નિશ્ચય કર્યો, અને તે સમય દરમિયાન રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનની સ્થાપનામાં તેણે આગળ પડતો ભાગ લીધો હતો. આ પ્રખ્યાત સંસ્થાની યોજના બહુ વિશાળ હતી. તેની વધારે આગળ પડતી ખાસીયતોમાં ઔદ્યોગિક કેળવણીની સગવડ પૂરી પાડનારી શાળા તથા બળતણની વ્યવસ્થાની વ્યવસ્થિત તપાસણીએ બાબતોનો પણ સમાવેશ થઇ જતો હતો. એક વ્યાખ્યાનનો ઓરડો અને પ્રયોગશાળા બાંધવાનાં હતાં અને ' ઉદ્યોગની વિવિધ શાખાઓમાં લાગુ પડતા તમામ હુન્નરો ' ના અભ્યાસ મોટે તદ્દન નવામાં નવી ઢબના ઉપકરણો અને સાધનોની તેમાં સજાવટ કરવાની હતી. તે ઉપરાંત તે સંસ્થામાં જાહેર વ્યાખ્યાનો અપાવવાની પણ વ્યવસ્થા કરવાની હતી. ૧૮૦૦ ના જાન્યુઆરીની ૧૩ તારીખે તાજ તરફથી તેને અધિકાર સાશનપત્ર આપવામાં આવ્યું અને તેના પ્રથમ ભૌતિકવિજ્ઞાન તથા રસાયનનાં અધ્યાપક તરીકે ડૉ. ગાર્નેટની નીમણૂક કરવામાં આવી. પણ પ્રારંભથી જ એ હીલચાલનાં વ્યવસ્થાપકોના પ્રેરક અને આત્મારૂપ કાઉન્ટ રંફોર્ડને તેની જોડે કામ કરવાનો મેળ ખાધો નહિ, અને પોતે સૂચવેલા વ્યાખ્યાન ક્રમની બાબતમાં મતભેદ થવાને પરિણામે ડૉ. ગાર્નેટે તેના અધ્યાપકપદનું રાજીનામું આપ્યું. તેની જગાએ ઝળકતી કારકીર્દિવાળો યુવાન ભૌતિકવિજ્ઞાની થૉમસ યંગ આવ્યો.

એ સંસ્થાની સ્થાપનાની સાથે સાથે ઉભી કરેલી નવી જગાઓમાંની એક, રસાયનપ્રયોગશાળાના વ્યવસ્થાપક અને તેના પત્રોના મદદનીશ તંત્રીની જગા હતી અને તે પૂરવાનો પ્રશ્ન

હવે સૌથી વધારે ધ્યાન ખેંચનારો થઇ પડયો: આપણે થોડા સમયમાં જોઇશું કે હંફ્રી ક્લિફટનમાં રહેતો હતો તે સમયમાં તેણે કરેલા શોધખોળના પ્રયોગોમાં સૌથી વધારે સફળ પ્રયોગો તે સમયે પ્રચલિત ઉષ્માના 'કેલૉરી' વાદના વિરોધમાં 'કાઉન્ટ રંફોર્ડે' રજુ કરેલા ઉષ્માના વાદનું સમર્થન કરનારા હતા. એ પ્રયોગોની પ્રસિદ્ધિથી કુદરતી રીતે કાઉન્ટ રંફોર્ડને બહુ સંતોષ થયો હતો. પરિણામે કેટલાક મિત્રોએ એ ખાલી જગાએ ડેવીની નીમણોક કરવાની યોગ્યતા તેના મન પર ઠસાવવાનો આગ્રહ ભર્યો યત્ન કર્યો ત્યારે તે એ સૂચના તરફ અનુકૂલ વલણવાળો જણાયો, જો કે તે બંનેને એક એકને મળવાનો પ્રસંગ અત્યાર સુધી પ્રાપ્ત થયો નહતો.

સંસ્થાના વ્યવસ્થાપકો મળ્યા અને એવો ઠરાવ કરવામાં આવ્યો કે ડેવીની એ જગાપર નીમણોક કરવી, "તેને તે મકાનમાં એક ઓરડો રહેવા માટે આપવો તથા તેને કોલસા અને મીણબત્તીઓ પૂરાં પાડવાં અને દર વર્ષે એક સો ગીનીનો પગાર આપવો." આ ખબર ગળતાં ખાસ કરીને તેના કામમાંથી પરવારતા સમયમાં શોધખોળ કરવાનો પૂરતો અવકાશ મળી શકશે, એ વાતની જાણ થતાં ડેવીને કેટલો આનંદ થયો હશે તેની આપણે સારી રીતે કલ્પના કરી શકીએ એમ છીએ. તેણે એ જગા સ્વીકારી અને ૧૮૦૧ ના માર્ચની ૧૧ મી તારીખે તે તેના નવા કામ પર ચઢયો. પહેલાં તો રંફોર્ડને એને જોઇ નિરાશા થઇ. આપણે આગળ વર્ણવ્યું છે કે ડેવીનો દેખાવ સામા પર બહુ અસરકારક છાપ પાડે એવો નહતો અને વળી તે બાવીશ વર્ષનો યુવાન જ હતો. એની સાથેની મુલાકાતથી રંફોર્ડને જરા અકળામણ અને ખીજવટની લાગણી થઇ અને ખાનગીમાં તેનું વ્યાખ્યાન જાતે સાંભળ્યા વગર તે તેને જાહેરમાં વ્યાખ્યાન કરવા દેવા તૈયાર નહતો.

ડેવી તો આવી કસોટી માગી જ રહ્યા હતો. ચાર ખાલી

દિવાલોથી માંડી, રસ્તાના ચોકઠામાં એકઠા થયેલા રમતના સાથીદારોનાં બનેલાં વિવિધ પ્રકારનાં શ્રોતાગણોની આગળ બચપણથી જ વ્યાખ્યાન કરવાની આદતવાળા તથા મહત્વાકાંક્ષાની આગળ જતા તેના જેવા આદમીને માટે ખાનગીમાં વ્યાખ્યાનનો તમાસો કરવો એ કાંઇ બહુ ભારે કસોટી તો નહતી પણ ઉલટી મજા હતી. રંફોર્ડ એકદમ જીતાઇ ગયો અને તેની નીમણોક પછી એજ મહિને ૧૮૦૧ના જુનમાં તેને રસાયનના વ્યાખ્યાન દાતાની જગાએ ચઢાવવામાં આવ્યો અને એ સંસ્થાનાં તમામ સાધન તેની સેવામાં મૂકવામાં આવ્યાં.

પહેલેથી ડેવીને ઝળકતી સફળતા મળી હતી. લોકગમ્ય વ્યાખ્યાનકાર તરીકે તે અજોડ હતો અને તેની પહેલી વ્યાખ્યાનહારમાલા વિવરણ અને સિદ્ધતાઓની ફતેહ રૂપ હતી. લંડનનો બુદ્ધિવાન અને નવી નવી તરાહો પાડનારો વર્ગ તેનાં વ્યાખ્યાન સાંભળવા ટોળાબંધ આવતો અને પરિણામે એકજ તડાકે તેણે કીર્તિ અને લોકપ્રિયતા મેળવ્યાં. એની ભાષા એવી છટાદાર હતી કે કૉલેરિજે તો ખુલ્લે ખુલ્લું જાહેર કર્યું હતું કે "રૂપકોનો જથ્થો વધારવા" તે પોતે એ વ્યાખ્યાનોમાં હાજરી આપતો હતો. ખરેખર ડેવીનો સિતારો ચઢતો હતો.

પણ ડેવીનું નામ આજે તેની પછી થયેલી પેઢીઓમાં ઉતરી આવેલું છે તે તે સફળ વ્યાખ્યાનકાર હતો તે કારણે નથી. રસાયન તથા ભૌતિકવિજ્ઞાનની શોધખોળોની બાબતમાં તેણે પ્રાપ્ત કરેલી સિદ્ધિઓના પાયા પર તેની કીર્તિ રહેલી છે. એતો આગળ બતાવવામાં આવ્યું છે કે તેનું કામ એવા પ્રકારનું હતું કે તેમાંથી તેને પોતાના પ્રયોગો કરવા માટે સારી પેઠે અવકાશ મળતો હતો. માનવજાતના હિતની દૃષ્ટિએ વિજ્ઞાનની સેવાને તેણે પોતાની જાત સમર્પણ

કરી હતી, અને એ સમર્પણ ભાવથી પ્રેરાયેલા પૂરા ઉત્સાહ અને ઉમંગથી પોતાના અવકાશના સમયનો તેણે પૂરો ઉપયોગ કર્યો.

'ઇન્સ્ટિટ્યુશન'ના વ્યવસ્થાપકની જગા પર નીમાયા પછી બે વર્ષે ચૅમસ યંગે તે જગાનું રાજીનામું આપ્યું. તે જાતે ઝળકતી કારકીર્દિવાળો યુવાન વિજ્ઞાની હતો, પણ તે લોકગમ્ય વ્યાખ્યાનકાર નહતો અને વિજ્ઞાનથી અપરિચિત શ્રોતાગણોને પહોંચવાની પોતાનામાં ગતિ નથી એ તેને સમજાઇ ગયું હતું. તે જાતે ડાક્ટર હતો અને તેનો ખાનગી ધંધો ઠીકઠીક ચાલતો હતો. પોતાના ધંધાની બહાર માથાં મારી બીજાં કામની જવાબદારી લેનાર ડાક્ટરને જનતા પસંદ નથી કરતી. એટલે આ સંજોગોમાં યંગે પોતાની જગા છોડી દીધી અને તેમ થતાં તેની જગાએ ડેવીને ચડાવવામાં આવ્યો.

આપણા યુવાન તત્ત્વચિંતકનો સૂર્ય હવે મધ્યાન્હે તપતો હતો અને તેના ઝળકતા માનસનું પૂર્ણ બળ ખીલી નીકળ્યું હતું. દેખીતા અખૂટ જોમથી તે વ્યાખ્યાનમંડપમાં વ્યાખ્યાનો આપતો અને પ્રયોગશાળામાં મહેનત કરતો હતો, અને વિશાળ મર્યાદામાં વિસ્તરતા અનેકવિધ વિષયોમાં ઝળકતી શોધોની હારમાળા એના પરિણામરૂપે જોવામાં આવે છે.

## ૪. રંફૉર્ડ, ડેવી અને ઉષ્માનો ગતિવાદ.

અઢારમાં સૈકાના અંતમાં ઉષ્માના સ્વરૂપ વિષે સર્વત્ર સ્વીકારાયેલા ખ્યાલોને 'કેલોરિક' એ નામથી ઓળખાતા વાદમાં મૂર્ત કરવામાં આવ્યા હતા. યથાર્થ રીતે તો ઉષ્મા એ કોઇક પ્રકારનું દ્રવ્ય છે એવા પ્રકારનું તે કથન હતું અને હેલના વિદ્યાપીઠના જ્યોર્જ અર્ન્સ્ટ સ્ટાહલ (૧૬૬૦-૧૭૩૪) નામના સત્તરમા સૈકાના વિખ્યાત રસાયનીએ રજુ કરેલા દહનના વાદમાંથી તેની ઉત્પત્તિ

થયેલી હતી. આ તત્ત્વે એવું જાહેર કર્યું હતું કે કોઈ પિંડનું દહન થાય છે, ત્યારે તે ' ફ્લોજીસ્ટન ' નામના દ્રવ્યને છોડે છે, દહન અને ઉષ્માના ખ્યાલ જરૂર એકબીજા જોડે બહુ નિકટ સંબંધ ધરાવનારા છે એટલે ઉષ્માની બાબતમાં પણ દહનને મળતા ખ્યાલ ઉદ્ભવ થવા પામે એમાં નવાઈ જેવું કાંઈ નથી. એટલે ઉષ્મા પણ એક પ્રકારનું દ્રવ્ય છે એમ મનાવા લાગ્યું. જેને પરિણામે ઉષ્માની અસર જોવામાં આવે છે તેવાએ દ્રવ્યને ' કેલોરિક ' કહેવામાં આવતું હતું. તેના ધર્મ વિષેની માહીતિ બહુ અસ્પષ્ટ હતી. તે બહુ સ્થિતિ-સ્થાપક મનાતું હતું, અને તેનાં કણ એક બીજાને પ્રત્યાકર્ષે છે એમ ધારવામાં આવતું હતું. પાછળથી થયેલી ખીલવણી મુજબ આજે જેને આપણે ' ગરમીની ધારણશક્તિ ' એ શબ્દથી ઓળખીએ છીએ તે ધર્મની મજ્જૂતિની બાબતમાં એવી ધારણા કરવામાં આવતી હતી કે ગરમીનાં કણ સાધારણ દ્રવ્યોનાં કણને આકર્ષતાં હતાં અને ' આ પરસ્પર આકર્ષણના પ્રમાણમાં જુદાં જુદાં પિંડોમાં ગરમી જુદા જુદા જથ્થામાં વહેંચાઈ જતી હતી ' એટલે કે તેમની ગરમીની ધારણશક્તિના પ્રમાણમાં ગરમી વહેંચાઈ જતી હતી.

વાચકને એવો યાદ હશે કે છેક સત્તરમા સૈકાના અંત ભાગમાં પણ બૉઇલ, બેકન અને બીજાઓ ઉષ્માના સ્વરૂપ વિષે આનાથી ઉલટા વાદનું સમર્થન કરતા હતા, પણ તેમ છતાં 'ઉષ્માનો દ્રવ્યવાદ' ( કેલોરિક થીઅરી ઑફ હીટ ) ટકી રહ્યો હતો. ૧૭૩૮ માં ફ્રેંચ એકેડેમી ઑફ સાયન્સીઝે ' ઉષ્માનું સ્વરૂપ ' એ વિષય પરના નિબંધ માટે ઇનામ જાહેર કર્યું, ત્યારે તે ઇનામ જીતનારા ત્રણ ઇસમો, જેમાંનો એક પ્રખ્યાત ગણિતવેત્તા યુલર પણ હતો, એ બધાએ તેના ' દ્રવ્યવાદ- ' તરફ પક્ષપાત બતાવ્યો હતો. એ બીનાની નોંધ ખરેખર બહુ રસપ્રદ થઈ પડે એમ છે. આપણને જાણવાનાં નવાઈ લાગે છે પણ છેક ૧૮૫૦ સુધી ' એન્સાઇક્લોપીડિયા બ્રિટેનિકા 'ની આઠમી

'આવૃત્તિમાંના ' ઉષ્મા 'ના લેખમાં અર્વાચીન ' ગતિવાદ 'ને બદલે ઉષ્માના ' દ્રવ્યવાદ 'ને પસંદગી આપવામાં આવી હતી.

ઉષ્માના આ ' દ્રવ્યવાદ 'ને ઉથલાવી નાંખવાની હીલચાલના પ્રસ્થાનબિંદુ માટે ૧૭૯૮ માં કાઉન્ટ રંફૉર્ડે કરેલી શોધો આપણે જોવી જોઇએ છે. એ યાદ કરવાની જરૂર છે કે બળતણની કરકસર એ રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનનું એક મુખ્ય કાર્ય હતું, અને એ સંબંધમાં ઘણાં વર્ષોથી તે ઉષ્માંના ધર્મોના અભ્યાસમાં રસ લેતો હતો. તેના ધંધાને અંગે એકવાર મ્યુનીકના લશ્કરી કારખાનામાં તોપોનાં વેહ સારવાનાં કામમાં તે રોકાયો હતો, તેવામાં તોપની સાથે સાયડાના ઘસાવાથી મોટા પ્રમાણમાં પેદા થતી ગરમીથી તેને ઘણું આશ્ચર્ય થયું હતું. તેણે પોતાની જાતને સવાલ પૂછયો કે આટલી બધી ગરમી આવી કયાંથી ? ઉષ્માના દ્રવ્યવાદની દૃષ્ટિએ રંફૉર્ડે આ ચમત્કારનો વિચાર કરવા માંડયો. ઉષ્મા આપતો પિંડ તેની અંદરના ઉષ્માના જથ્થામાંથી વધારે ઓછો ભાગ ખોતો હોવો જોઇએ એવી ધારણા બાંધી, તોપ, ચીપો કે સાયડાને કોઇ વાતે કોઇ પ્રકારની ઘટ લાગી છે કે કેમ એ નિર્ણય કરવાની દૃષ્ટિએ તેણે પ્રયોગો કર્યા, પણ એમ થવાનું કાંઇ નિશાન તેના જોવામાં આવ્યું નહિ. પછી એણે પોતાના મન જોડે એવી દલીલ કરી કે પૂરતા લાંબા સમય સુધી સાયડાથી વેહ સારવાનું કામ ચાલુ રાખવામાં આવે તો એવો વખત આવે કે જ્યારે જેની પર પોતે પ્રયોગ કરતો હતો તે ચીજોમાંનો કુલ ગરમીનો જથ્થો ખુટી પડે, કારણ કે દ્રવ્યોમાં ઉષ્માનો જથ્થો અખૂટ છે એવી સૂચના કે ધારણા તે વાદનું સમર્થન કરનાર કોઇએ કરી નહતી. પણ પ્રયોગથી તેને જણાયું કે આ રીતે ગરમી પેદા કરવાની ક્રિયાનો અંત આવવાનાં કાંઇ ચિહ્ન જણાતાં નહતાં. જોઇતી ગરમી મેળવવા માટે જરૂર માત્ર પૂરતા વખત સુધી વેહ સારવાની ક્રિયા ચાલુ રાખવાની જ હતી.

ત્યારે શું વેહ મારવાની ક્રિયા દરમિયાન પેદા થતી ગરમી ક્યાંમાંથી આવી હશે ? રંફૉર્ડે વેહ મારવાનો પ્રયોગ, તેમાં વપરાતાં તમામ સાધનોને પાણીમાં ડુબાવી રાખી ફરીથી કરી જોયો, ત્યારે પણ ગરમી તો પેદા થઈ અને તેને પરિણામે જે પાણીમાં મૂકી પ્રયોગ કરવામાં આવ્યો હતો તે પણ ગરમ થઈ ગયેલું જણાયું. હવે તો તેને ખૂબ શંકા થવા લાગી કે હશે ન હશે પણ, ઉષ્મા એક પ્રકારનું દ્રવ્ય છે એ ઉષ્માનો દ્રવ્યવાદ જ ખરો નથી. ઉષ્મા, ચીજોમાં ચાલુ થયેલાં આકંપનોના આવિર્ભાવનો એક પ્રકાર છે એવા બેકન, લૉક તથા ન્યૂટને કલ્પેલા વાદનું તેને તુરત સ્મરણ થયું. તેણે દલીલ કરી કે જો એમ હોય તો તો પૂરતા પ્રમાણમાં ઘર્ષણ કરતાં, જોઈએ તેટલા પ્રમાણમાં ગરમી પેદા કરી શકાય. આ રીતે પગલે પગલે જે પ્રયોગ માટે તે સુવિખ્યાત છે તે કરવા તે પ્રેરાયો.

ખોતરી કાઢેલા તોપના આકારના એક પીત્તળના ટુકડામાં રંફૉર્ડે એક બુઠ્ઠો પોલાદનો સાવડો બેસાડ્યો, અને તેની પર દશ હજાર પાઉન્ડ જેટલું વજન મૂકી તેને પેલા પીત્તળના ટુકડા પર ખૂબ જોરથી દબાવી રાખ્યો. પછી સાધન સાથે એ પીત્તળના ટુકડાને આશરે એક ગેલન ઠંડા પાણીથી ભરેલી પેટીમાં મૂકવામાં આવ્યો અને તે પાણીમાં ઉષ્મા માપક યંત્રો ગોઠવી રાખવામાં આવ્યાં. પછી એ ઘોડાથી ચાલુ થઈ શકે એવી અનુકૂળ યંત્ર રચનાથી પેલો પીત્તળનો ટુકડો દર મિનિટે ૩૨ આંટા ફરે એવી તેણે વ્યવસ્થા કરી. આને પરિણામે સાવડો ' બહુ જોસથી પેલા પીત્તળના ટુકડામાં પોતાનો માર્ગ કરવા લાગ્યો. ' શરૂઆતમાં પાણીની ગરમી ૬૦° ફેરનહીટ હતી પણ એક કલાકમાં તે વધીને ૧૦૭° ફેરનહીટ જેટલી થઈ. દોઢ કલાકમાં તે ૧૪૦° ફેરનહીટ સુધી પહોંચી ગઈ અને આખરે બે

કલાક ને વીશ મિનિટમાં તો તે પાણી ખરેખર ઉકળવા લાગ્યું. રંફોર્ડે લખ્યું છે કે 'કોઇ પણ રીતે દેવતાની આંચ લગાડયા વગર આટલું બધું ઠંડુ પાણી ગરમ થયું એટલું જ નહિ, પણ ઉકળવા માંડયું તે જોઇ, આ તમાશો જોતા તમાસગીરોનાં ચહેરા પર જણાતાં આશ્ચર્ય અને અચંબાનાં ચિહ્નોનું વર્ણન કરવું ખરેખર મુશ્કેલ થઇ પડે એમ છે. ખરૂં જોતાં આ બનાવમાં વ્યાજબી રીતે આશ્ચર્ય પામવા જેવું તો કાંઇ હતું જ નહિ, તો પણ હું ન્યાયની દૃષ્ટિએ કબુલ કરૂં છું કે તેનાથી મને બાલિશતા ભરી આનંદની લાગણી થઇ. એક ગંભીર અને ડાહ્યા તત્ત્વજ્ઞની આબરૂ મેળવવાની મહત્ત્વાકાંક્ષા મને હોત તો એ લાગણી પ્રગટ કરવા કરતાં મારે બહેતર છુપી રાખવી જોઇતી હતી.'

ઉષ્મા એ દ્રવ્યરૂપ નથી, પણ ગતિના પરિણામરૂપ છે એવો પોતાનો નિર્ણય તેણે નીચેના શબ્દોમાં દર્શાવ્યો છે;–'એટલું તો ઉમેરવાની ભાગ્યે જ જરૂર છે કે કોઇ રક્ષિત પિંડ અથવા પિંડોનો સમૂહ જે ચીજ કોઇ પણ જાતની મર્યાદા વગર આપી શકે તે દ્રવ્યરૂપ હોવાનો ભાગ્યે જ સંભવ હોઇ શકે. અને આ પ્રયોગોમાં જે રીતે ગરમી પેદા થઇ અને બીજાં દ્રવ્યોને અપાઇ શકી એ રીતે પેદા થઇ શકે અને બીજાં દ્રવ્યોને આપી શકાય એવી ગતિ શિવાય બીજી કોઇ ચીજની સ્પષ્ટ કલ્પના કરવી એ તદન અશક્ય નહિ, તો પણ ઘણું મુશ્કેલ તો છે જ. પાછળથી એક મિત્રને લખતાં તેણે કહ્યું હતું કે 'હું એમ માનતો થયો છું કે 'કેલોરિક' તથા 'ફ્લોજીસ્ટનવાદને એક જ કબરમાં દટાયેલા જોવા જેટલા લાંબા સમય સુધી હું જીવતો રહીશ.'

આ તબક્કે ડેવીએ એ વિષય ઉપાડી લીધો. રંફોર્ડની પેઠે તેનું કામ પણ ખરી રીતે ઘર્ષણથી ગરમી પેદા કરવાનું

હતું, પણ તેનાં સાધન તથા પ્રયોગની વિગતો જુદી હતી. તેણે બે બરફના ટુકડા લીધા, અને બહારની ગરમી ન લાગે એમ વ્યવસ્થા કરી. તે બંનેને પરસ્પર ઘસી પીગાળવા તે શક્તિવાન થયો હતો. આ બનાવની ત્રણ સમજૂતિ આપી શકાય એમ હતું. (૧) કાંતો બરફને પીગાળનારી ગરમી તે બરફમાંથી આવી, અથવા તો (૨) તે બરફની આસપાસ આવેલી હવામાંથી આવી અથવા તો (૩) તે ઘર્ષણની ક્રિયામાંથી આવી. આ સિવાય બીજે કોઇ માર્ગે તે આવવાનો સંભવ જ નહતો.

ડેવીને એ તો સ્પષ્ટ સમજાઇ ચૂક્યું હતું કે આ ત્રણમાંની પહેલી શક્યતા સ્વીકારી શકાય એમ નથીએ તો ઝટ સિદ્ધ થઇ શકે એમ છે, બરફ જાતે ઠંડો છે, અને ઘર્ષણને પરિણામે તેમાંથી પેદા થતા પાણી કરતાં તેનામાં ગરમી ઓછી છે, એટલે તેનામાંથી તો તે ગરમી આવી શકે જ ક્યાંથી ? આમ હોવાથી ડેવીએ બીજી સમજૂતિ તરફ પોતાનું લક્ષ દોરાવ્યું. ત્યારે શું બરફને પીગાળનાર ગરમી, તેને ફરતી આવેલી હવામાંથી આવી ? પોતાના પ્રયોગની બાબતમાં રમ્ફોર્ડે પણ આવો જ પ્રશ્ન ઉઠાવ્યો હતો, અને વાચકને યાદ હશે કે એ પ્રયોગ પાણીની નીચે સાધનો મૂકી કરી તેણે તેનો જવાબ આપ્યો હતો, પણ એ કાંઇ તે પ્રશ્નનો પૂરેપૂરો જવાબ નહતો. એથી તો પ્રશ્ન હવાને બદલે પાણીને માથે ગયો. ડેવીને મન એ તો સ્પષ્ટ હતું કે ઉપલા પ્રશ્નનો પૂરો જવાબ વાળવા માટે, બરફની આસપાસની હવાને દૂર કરવી જોઇએ એટલું જ નહિ, પણ તેને સ્થાને બીજું કાંઇ પણ મૂકવું ન જોઇએ. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો એ પ્રયોગ વાતશૂન્યમાં કરવો જોઇએ.

આજ ખરી નિર્ણયાત્મક કસોટી હતી એટલે ડેવીએ તેવા સંજોગ ઉભા થાય એવી રીતે પોતાના પ્રયોગની ગોઠવણ કરી. હવાશૂન્યનાં માધ્યમાં બે બરફના ટુકડા દાખલ કરવામાં આવ્યા. તે

એક એકને સ્પર્શી રહેલા બંને ટુકડામાંના એકની સ્પર્શસપાટી અંતર્ગોળ અને બીજાની બાહ્યગોળ હતી. એ બંનેનું ઘર્ષણ ઘડીઆળના સાંચા કામના કાણામાં રહે એવી ગોઠવણ હતી. કોઈ પણ જાતની શંકા વગરનો નિર્ણય મેળવવાની બાબતમાં વધારાની સદાય તરીકે ડેવીએ હવા બંધના ગ્રાહકનું ઉષ્મામાન ઠારબિંદુની નીચે રાખ્યું હતું. આમ કરવાથી પીગળતા બરફની ઉપાધિમાં એવું લેશ માત્ર પણ ન રહ્યું જેમાંથી તેને ગરમી મળવાનો સંભવ હોય. આમ છતાં ય જેમ જેમ તે બરફના ટુકડા ઘસાતા ગયા, તેમ તેમ તે પીગળતા ગયા. ડેવીને પૂરી ખાત્રી થઈ કે તે ટુકડાઓના પીગળવા માટે જરૂરની ગરમી આપવાનું માત્ર એક જ સાધન અથવા મૂળ શકય હતું. તે ગરમી તે બંનેની પરસ્પર ઘસાવાની ક્રિયામાંથી જ આવેલી હોવી જોઈએ.

ડેવીએ કહ્યું કે ' ઘર્ષણથી પિંડોનાં કણોમાં આકંપન થાય છે અને તે કણોનું આકંપન તેજ ગરમી.

આવી રીતે રંફૉર્ડ તથા ડેવીની સંયુકત મહેનતથી ' કૅલૉરિક ' વાદ પરના પહેલા પ્રબળ હુમલા થયા, અને દુનીઆના ઉષ્મા વિષેના જ્ઞાનમાં એક નવીન યુગનો પ્રારંભ થયો. ૧૮૦૭ માં પોતાના 'નેચરલ ફિલોસોફી નામના પુસ્તક'માં થોમસ યંગે ' કૅલૉરિક અથવા ઉષ્માના દ્રવ્ય વાદ ' પર ખૂબ કાતિલ હુમલો કર્યો, છતાં પણ ઉષ્માના નવા વાદનો એટલે કે ગતિવાદનો આખરી સ્વીકાર થતાં બીજાં પચાશ વર્ષ લાગ્યાં.

## ૫ ડેવીની બીજી વધારે શોધ

ભૌતિકવિજ્ઞાનના ક્ષેત્રની બીજી દિશાઓમાં ડેવીએ કરેલી જે શોધો માટે દુનીઆ તેની રૂણી છે તે તરફ આપણે હવે ફરીએ. આપણે જોઈશું કે મોટે ભાગે તેનું કામ વિજળીને લગતી શોધોની, ખાસ કરીને રસાયનવિજ્ઞાનની સાથે સંબંધ ધરાવતી વિજળીની

શાખાઓમાં થયેલું છે. આપણે એ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે કેંડી ડેવી ખરું જોતાં રસાયનવિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં શોધખોળ કરવાની પહેલ કરનારાઓમાં સૌથી વધારે વિરાટશોધક હતો, અને આ પુસ્તકમાં તેને આપવામાં આવ્યું છે, તેના કરતાં રસાયનવિજ્ઞાનના ઇતિહાસના પુસ્તકમાં તેને ઘણું વધારે અગત્યનું સ્થાન આપવામાં આવે.

તેના ઘણાંખરાં કામોમાં વપરાતાં સાધનો, વાતશૂન્યમાં રાખવાની જરૂર પડતી હતી, અને તેને જણાયું હતું કે તે વખતે વપરાતા વિવિધ કરામતવાળા જુદા જુદા હવાશોષક પંપો તેની ગરજ સારે એટલા પ્રમાણમાં આદકમાંની હવા શોષવાની શક્તિ ધરાવતા નહતા. આથી બહુ મોટા પ્રમાણમાં વાતશૂન્ય પેદા કરવાના પ્રશ્ન તરફ તેનું લક્ષ ખેંચાય તો તેમાં કાંઇ આશ્ચર્ય પામવા જેવું નથી. આ પ્રશ્નનો ઉકેલ પણ તેણે તેની લાક્ષણિક રીતિએ જ કર્યો. સાધારણ નમૂનાના હવાશોષક પંપના કાર્યમાં મદદ કરવા પૂરવણી રૂપે તેણે રાસાયનિક ઉપાયો કામે લગાડ્યા. એની પદ્ધતિ બહુ કરામતવાળી હોવા છતાં ઘણી જ સાદી હતી. હવા શોષી લેવાની હોય તે વાસણમાં થોડો કૉસ્ટિક પોટાશ મૂકી તેણે તેને કાર્બન ડાયોક્સાઇડ વાયુથી ભરી દીધું. પછી તે વાસણને હવાશોષકપંપ પર ચડાવી, તે પંપથી બની શકે તેટલા વધારે પ્રમાણમાં તેણે તેમનો વાયુ શોષી લીધો. આવી રીતે હવાપંપથી તેમાંથી વાયુનું શોષણ કર્યા છતાં પણ તેમાં કાંઇક પ્રમાણમાં તો વાયુ શેષ રહ્યો જ. હવે તો કરવાનું માત્ર એટલું જ રહ્યું કે તે વાસણને મુદ્રાલેપ લગાડવો અને તેમાં મૂકેલા કૉસ્ટિક પોટાશને રાસાયનિક રીતે કામ કરી તેમાં શેષ રહેલા વાયુને શોષી લેવા દેવો. આ વિધિથી તે બહુ મોટા પ્રમાણમાં વાતશૂન્ય મેળવવામાં સહજ થયો. ડેવીની એ પદ્ધતિને સ્થાને અર્વાચીન સમયમાં વાસણમાં ત્રાંબાનો છોલ મૂકી, તેમાં ઑક્સીજન

વાયુ ભરી તેની અંદરની હવા શોષવાની પર્યાય પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.' આમાં ત્રાંબાનો છોલ શેષ રહેલા ઑક્સીજન વાયુ જોડે બળી જાય છે. આ ઉપાયોથી હવાબંબના પ્રાહકમાં સાધારણ વાતાવરણના દબાણના દશ લાખમા ભાગ કરતાં પણ 'ઓછું' હવાનું દબાણ રહે એટલી હદે તેને વાતશૂન્ય કરી શકાય છે.

વિજળીના ક્ષેત્રમાં તેણે કરેલી શોધો તરફ ફરતાં એના પ્રસ્તાવ રૂપે, આપણે એ બાબતની નોંધ લેવાની જરૂર છે કે તે સમયે હયાત હતા તેમાં સૌથી વધારે શક્તિવાળો વિદ્યુત્કોષસમૂચ્ચય (બેટરી) રૉયલ ઇન્સ્ટિટયુશનમાં હતો અને ડેવી ચાહે ત્યારે તેનો ઉપયોગ કરી શકે એમ હતું. એમાં ૨૦૦ માટીના કોષ હતા અને તે દરેકમાં દશ બેવડી ચકતીઓ હતી. એટલે ખરૂં જોતાં તે ૨૦૦૦ કોષનો જ સમુચ્ચય ગણી શકાય. આ અદ્વિતીય સજાવટ સાથે ૧૮૦૧ માં બહુ વિશાળ ક્ષેત્ર પર અસર કરી શકે એવી મહાન શોધ તેણે કરી જેનાં પરિણામ આજ થતી વિજળીક રોશનીમાં જોવામાં આવે છે.

એ તો સામાન્ય માહિતીની વાત છે કે લગભગ દરેક જાતના વિદ્યુત્કોષસમુચ્ચયમાં તેના છેડાના તાર એક એકને અડકી વિજળીના પ્રદક્ષિણા માર્ગને અખંડ કરે છે કે તરત જ એક તણખો થતો જોવામાં આવે છે. ડેવીએ પણ એ ચમત્કાર જોયો હતો અને વળી વધારામાં તેણે એ પણ જોયું હતું કે રૉયલ ઇન્સ્ટિટયુશનની જબરી શક્તિવાળા કોષસમુચ્ચયના છેડાના તારને એક વાર એક એકને અડકાડયા પછી, વચ્ચે થોડી તુટક જગા રહે એટલા દૂર ધરી રાખતાં, એ તુટક જગાની હાંસેટ અને વચ્ચે આવેલી હવામાં થઇને ઉપરાઉપરી તણખા થયા જ કરતા હતા અને એ રીતે એક ધ્રુવથી બીજા ધ્રુવ સુધી અગ્નિનો પ્રવાહ બની

રહેતો હતો. સાથે સાથે તેણે એ પણ જોયું કે બંને તારના છેડા ખૂબ તપી ગયા હતા. આમાં ડેવીને ખૂબ રસ પડયો, અને જુદી જુદી જાતનાં વાહકો વાપરતાં શી અસર થાય છે તેની તેણે અજમાયશ કરી જોઇ. આમ કરતાં તેને જણાયું કે છેડાના તારની જોડે કોલસાની સીસાપેન જેવી સળીઓ વાપરતાં આ અસર ખૂબ જોવા જેવી થાય છે. આવી બે સળીઓને પાસે આણતાં તણખો થયો અને તેને એક એકથી દૂર ધરી રાખતાં તેની વચ્ચેની તુટક જગામાં બહુ પ્રકાશિત તેજની પ્રવાહરેખા જોવામાં આવી અને તે બન્ને સળીના છેડા તપીને સફેદ અને ખૂબ તેજસ્વી થઇ ગયા. વિજળીનું વહેણ ક્ષિતિજસમસૂત્ર તલમાં થતું હતું ત્યારે ઉપર જણાવેલી તેજની પ્રવાહરેખા, ગરમ થઇ ઉંચે ચઢતી હવાને લીધે ઉપલી બાજુ કમાનના આકારમાં વળતી જણાતી હતી. આ કારણે ડેવીએ એ ચમત્કારને કમાન-સ્ફોટન ( આર્ક-ડીસ્ચાર્જ ) એ શબ્દથી વર્ણવ્યો હતો.

એણે એ પણ જોયું હતું કે વિજળીના સ્ફોટ દરમિયાન ધન સળી પરથી કાર્બનનાં સૂક્ષ્મ કણ તુટક જગાની પાર ઋણસળી પર પસાર થતાં હતાં અને પરિણામે બીજી કરતાં પહેલી સળી બમણા વેગે ખવાઇ જતી હતી અને તેને છેડે જ્વાલામુખીના મુખ જેવા આકારનો ખાડો પડી જતો હતો. ધનસળીના છેડા પરનો એ ભાગ સૌથી વધારે ઉગ્ર પ્રકાશ ફેંકતો હતો. અને તે ભાગમાં ઉત્પન્ન થયેલી ગરમી, કૃત્રિમ ઉપાયોથી મેળવાતી કોઇપણ પ્રકારની ગરમી કરતાં વધારે હતી એમાં તો કાંઇ જ શંકા નથી. તે ગરમી ૩૦૦૦° સેન્ટીગ્રેડ જેટલી હતી એવો અંદાજ કરવામાં આવ્યો હતો અને તેમાં મુકેલી પ્લેટિનમ ધાતુ મીણની પેઠે પીગળી વહી જતી જણાઇ હતી. આંચની જરા પણ અસર ન થાય એવાં શનિ, ચકમકીઆ પથ્થર અને મેગ્નેશીઆ જેવાં દ્રવ્યમાં બળી ખાખ થઇ જતા અને

હીરાના નાના નાના ટુકડા વરાળરૂપ ધરી ઉડી જતા જણાતા હતા. વીસમા સૈકાની સવડના સૌથી આગળ પડતાં ચિન્હરૂપ વિજળિક રોશનીની શરૂઆત અથવા પ્રારંભ આ રીતે થયો. હવામાં તથા વાતશૂન્યમાં પ્રકાશનો આક્ષેપ કરવાની પ્રકાશિત પદાર્થની સાપેક્ષ શક્તિને લગતાં ડેવીએ આ બાબતમાં કરેલાં અવલોકનની નોંધ આ સ્થળે લેવી એ સગવડભર્યું થશે. ૧૮૦૯ માં તેણે લખ્યું છે કે ' પ્રકાશિત પ્લેટિનમ પરથી વાતશૂન્યમાં થતો પ્રકાશનો આક્ષેપ, તેના તેજ સ્થિતિમાં હવામાં થતા આક્ષેપ જોડે ત્રણ અને એકનું પ્રમાણ બતાવે છે. '

હવે આપણે ડેવીની સૌથી મોટી સિદ્ધિ પર આવી જઇએ છીએ. એ સિદ્ધિ રસાયનિક શોધખોળમાં તેણે કરેલો વિજળીનો ઉપયોગ છે. ૧૮૦૦ માં નિકલસન અને કાર્લાઇલે એવું અવલોકન કર્યું હતું કે વિદ્યુતોપસમુચ્ચયને જોડેલા તારના છેડા પાણીમાં બોળવામાં આવતા ત્યારે તેની ઉપરથી પરપોટા ફુટતા જણાતા હતા. વધારે પ્રયોગ અને તપાસણી કરતાં જણાયું હતું કે એક તારના છેડા આગળથી નીકળતા પરપોટા ઑકસીજન વાયુના હતા, જ્યારે બીજા તારના છેડા આગળથી નીકળતા પરપોટા હાઇડ્રોજન વાયુના હતા. એ પરપોટા કયાંથી આવતા હતા, કોષસમુચ્ચયમાંથી પાણીમાંથી કે વિજળીના પ્રવાહમાંથી તે તેઓ કહી શકતા નહતા.

વધારે ઊંડા ઉતરી તપાસ કરતાં એ ચમત્કારની વધારે ગુંચો પ્રકાશમાં આવી. ધનધ્રુવને અડકાડેલો ભીના લિટમસનો ભૂરો કાગળ લાલ થઇ ગયો જ્યારે ઋણ ધ્રુવને અડકાડતાં તે ભૂરો થઇ ગયેલો જણાયો. આથી એ તો સ્પષ્ટ જ થયું હતું કે ધન અને ઋણ છેડા ઉપર ઑકસીજન અને હાઇડ્રોજન વાયુના પરપોટા થતા હતા તેની સાથે સાથે જ ધન છેડા આગળ કોઇપણ જાતનો

તેજાબ અને ક્ષાર જેમ આગળ ભારિમક દ્રવ્ય દેખા દેતાં હતાં. ૧૭૮૪ માં કેવેન્ડિશે બતાવી દીધું હતું કે ચોખ્ખું પાણી માત્ર હાઇડ્રોજન અને ઑકસીજનનું જ બનેલું છે એટલે પાણી પર વિજળીના પ્રવાહની ચોક્કસ શી અસર થાય છે તે શોધી કહાડવું ખૂબ અગત્યનું થઇ પડયું.

ડેવીએ આ પ્રશ્ન ઉપાડી લીધો અને ૧૮૦૬ માં તેણે તેનો ખુલાસો મેળવ્યો. જે પ્રયોગ કરનારે અકસ્માતને માટે કાંઇ બારી ન રહે એમ કામ કરે છે તેને અનિવાર્ય રીતે કેવી સફળતા અથવા કેવું પારિતોષિક મળે છે એનું અતિ ઉત્તમ દૃષ્ટાંત આ શોધમાં ડેવીએ બતાવેલાં ધીરજ અને કાળજીમાંથી મળી રહે છે.

પોતાની પ્રાયોગિક પદ્ધતિઓમાં કોઇક પ્રારંભિક મત કલ્પનાની મર્યાદામાં રહી કામ કરવું એને માટે જરૂરી હતું. શરૂઆતમાં તે કદી એમ માનતો નહતો કે વિજળીના પ્રવાહથી પાણીમાં કાંઇ વિકૃતિ થાય છે. તેનો એવો ખ્યાલ હતો કે એ પ્રયોગમાં વપરાતાં વાસણોમાંથી કોઇને કોઇ રીતે તેજાબ અને ભસ્મ દ્રવ્યો મળતાં હતાં. આથી પોતે કલ્પેલા વિકારો થવા ન પામે એવાં ઉપકરણો વાપરવાની તેની યોજના હતી. આથી અકીકના પ્યાલા લઇ તેણે તેમાં બાષ્પ કરી બનાવેલા શુધ્ધ જળનો ઉપયોગ કર્યો. પણ પ્યાલાઓમાંના ઉપર વિજળીના પ્રવાહને પરિણામે રાસાયનિક અસર થયેલી જણાઇ. હવે તેણે અકીકના પ્યાલાની જગાએ શુદ્ધ સોનાના પ્યાલા વાપરવા લીધા. આટલી બધી સાવચેતીઓ લીધા છતાં પણ ધન ધ્રુવ આગળ તેજાબ અને ઋણ ધ્રુવ આગળ ભસ્મદ્રવ્યો દેખાતાં તેણે જોયાં. ડેવીએ હવે નક્કી કર્યું કે વિષ્યંદિત પાણી અસંતોષકારક છે, કારણ કે વિષ્યંદનની વિધિમાં બાષ્પ જોડે થોડો ક્ષારનો અંશ જાય એવો સંભવ હમેશાં

રહે છે. આથી તેણે તે પાણીને બદલે બહુ ધીરે બાષ્પીભવન પમાડેલું પાણી લીધું અને તેમ કરતાં વિધૂતોપસમુચ્ચયના તારના છેડા આગળ પેદા થતો તેજાબ બહુ મંદ થઇ ગયો તે જોઇ તેને બહુ ખુશી થઇ. આમ તેજાબનું પ્રમાણ તો ઓછું થયું પણ ભસ્મ દ્રવ્યનું પ્રમાણ તો પહેલાના જેટલું જ રહેલું જણાયું. હવે તેને એમ લાગ્યું કે તે પોતે ખરી દિશામાં આગળ વધી રહ્યો છે.

આમ છતાં એક વધારે શકયતા હતી અને તેને માટે તેણે કાંઇ જોગવાઇ કરી નહતી. પ્રયોગનાં ઉપકરણની આસપાસની હવાને તો એ અસર પેદા કરવામાં કાંઇ લેવા દેવા નહિ હોય ? એટલે તેણે એ સોનાના પ્યાલાઓને હવાબંબના ગ્રાહક પર મૂકયા અને તે વાસણમાંથી બની શકે તેટલી હવા શોષી લઇ, પછી તેની અંદર બીજો વાયુ ન પેસી જાય એ વાતની ખાત્રી કરવા તેની અંદર હાઇડ્રોજન વાયુ ભર્યો. એક ધ્રુવ આગળ તદ્દન શુદ્ધ ઑકસીજન વાયુ અને બીજા ધ્રુવ આગળ તદ્દન શુદ્ધ હાઇડ્રોજન વાયુ નીકળતો જોઇ તેને ખૂબ આનંદ થયો.

આ બહુ જ અગત્યભર્યું પરિણામ હતું. પ્રથમ તો પાણીની ઘટના બાબતની કેવેંડિશની નવી શોધનું એથી બહુ સચોટ રીતે સમર્થન થયું, પણ વધારામાં દ્રવ્યોનાં પૃથકકરણની એક તદ્દન નવી પદ્ધતિ એટલે કે વિજળિક બળથી વિઘટન કરવાની પદ્ધતિનું સ્થાપન કરવામાં આ પ્રયોગ સફળ થયો. ઉપલા પ્રયોગથી મળતો પાઠ લાગુ પાડવા ડેવી હવે મચ્યો. તેણે પોતાના મનને પ્રશ્ન પૂછ્યો કે બીજા પદાર્થોમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ પસાર કર્યો હોય તો શી અસર થાય ? થોડા સમયથી સોડા અને પોટાશ એ દ્રવ્યોમાં તે ખાસ કરીને રસ લેતો થયો હતો. ચાલુ માન્યતા એવી હતી કે એ તત્ત્વ દ્રવ્યો

છે એટલે તેનું વિઘટન થવું અશક્ય છે. આ બાબતમાં ડેવીને તો ઘણા વખતથી શંકા હતી જ. હવે એ મુદ્દાની કસોટી કરવાનું નવું સાધન મળી આવ્યું હતું. તેણે થોડો શુદ્ધ પોટાશ લીધો અને તે તદ્દન પીગળી જાય ત્યાં સુધી તેણે તેને એક પ્લૅટિનમના ચમચામાં ગરમ કર્યો. પછી તે ચમચાને બંને છેડે તેણે વોલ્ટાના કોષસમુચ્ચયના તાર સાંધ્યા અને એમ કરી પીગળેલા પોટાશમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ પસાર કર્યો. વિજળીનો પ્રવાહ પસાર થયો કે તુરત જ પોટાશમાં ક્ષોભ થવાનાં ચિહ્ન જણાયાં અને તેમાંથી પરપોટા ફૂટવા માંડ્યા. થોડી વારમાં સુંદર ચાંદી જેવા સફેદ ગોળકણ સપાટી પર તરી આવ્યા અને તેમાંના થોડા તો એકાએક સળગી ઉઠ્યા અને તેમાંથી નાની ભડકીઓ થઈ. 'પારા જેવા ચળકતા ઝીણા સફેદ કણને પોટાશની પરપોટી ભેદી ઉપર આવી હવાના સંસર્ગમાં આવતાં સળગી જતાં જોઈ ડેવીને એટલો બધો આનંદ થયો કે તે તેની છાતીમાં સમાયો નહિ અને આનંદના આવેશમાં તે પોતાના ઓરડામાં કુદકા મારવા લાગ્યો.' કારણ કે જેને તેણે શુદ્ધ પોટાશિયમ એવું નામ આપ્યું હતું તે નવું દ્રવ્ય પહેલી જ વાર છુટું પાડવામાં આવ્યું હતું. તે દ્રવ્ય બહુ જ હલકું હોવાથી, પાણીની સપાટી પર તરતું રહે છે, અને ઑક્સીજન વાયુ માટે પ્રબળ આકર્ષણ ધરાવે છે તથા તેના સંસર્ગમાં આવતાં બહુ જલદીથી અને સહેલાઈથી સળગી ઉઠી ભડકે બળવા માંડે છે. પાણીને અડતાં તેની અંદરના ઑક્સીજન જોડે બળી જાય તે સળગી ઉઠે છે એટલે તેનાં છુટાં પડતાં ગોળકણને એકઠા કરતાં ડેવીને બહુ મહેનત પડી પણ આખરે તેણે તેનાં કેટલાક કણ ભેગા કર્યા અને તેને 'નપ્થા' તેલમાં મૂકી રાખ્યાં. આમ કરવાથી તે તેનું નિરાંતે પરીક્ષણ કરવા શક્તિવાન થયો. એજ રીતે ખારમાંથી તેણે 'સોડિયમ' ધાતુને અલગ કરી. આવી રીતે વિદ્યુતપૃથક્કરણના (ઇલેક્ટ્રોલીસિસ) અભ્યાસમાં

ડેવી પહેલ કરનારો હતો. એ અભ્યાસને પરિણામે આજની તાંબું, ચાંદી તથા સોનાને શોધવાની, તેમજ વિજળીની મદદથી ધાતુઓ પર ઢોળ ચડાવવાની અને બીજી મનુષ્ય જાતિને ઉપયોગી સેંકડો વ્યવહારોપયોગી વિધિઓ જન્મ પામી છે.

બીજી પણ ઘણી પ્રથમ પંક્તિની અગત્યની શોધો આ તેજસ્વી બુદ્ધિના આદમીએ કરેલી છે, પણ તેમાંની ઘણી આ પુસ્તકની મર્યાદા બહારની અને રસાયનવિજ્ઞાનના વિષયને લગતી છે. તેમ છતાં પણ રસાયનસાહિત્યના શિષ્ટરત્નરૂપ ખાણુ ખોદનારના રક્ષક-દીપ ( સેફટી લેપ )ના સિદ્ધાંતનો નિર્દેશ કર્યાં વગર રહી શકાય એમ નથી.

આપણને એમ કહેવામાં આવે છે કે, નાનો કિશોર હતો ત્યારે પણ ખાણોમાં થતા ધડાકાને લીધે થતી વિનાશકારક ખુવારીની વાતો સાંભળી નાના ડેવીને બહુ જ લાગી આવતું હતું અને યુવાન વિદ્યાર્થી તરીકે પૃથ્વીના પેટાળમાં થતા એ વિનાશના ભયથી ખાણુ ખોદનારને મુક્ત કરવાનો એણે પોતાના મનમાં નિશ્ચય કર્યો હતો. કમનસીબે, જેમ જેમ ખાણોમાં ખાડા ખોદવાનું કામ સપાટીથી વધારે ને વધારે ઉંડાણએ થવા માંડયું તેમ તેમ આવા ધડાકા વધારે ઉપરા ઉપરી થતા જણાયા અને આખરે એ મુશીબતે એવું તો ગભીર સ્વરૂપ પકડયું કે ૧૮૧૩માં 'સોસાયટી ફૉર ધ પ્રીવેન્સન ઑફ એકિસડંટસ ઇન માઇન્સ ' એ નામની મંડળી ઉભી કરવામાં આવી. એ મંડળીએ વિજ્ઞાનીઓની મદદ માગી અને તે તેમણે બહુ યોગ્ય જ કર્યું. શરૂઆતમાં તેમને જે કાંઇ સૂચનાઓ મળી તે બહુ ઝાઝી ઉપયોગી નહતી.

૧૮૧૫ ની પાનખર ઋતુ અતિશય ખરાબ નીવડી. તે ગાળામાં ઇંગ્લેંડના ઉત્તર પ્રદેશમાં આવેલી ખાણોમાં ઉપરા ઉપરી ધક્કો દીધને

કંપાવે એવી ગજબનાક હોનારતો થઇ. તે વખતે ડેવી સ્કૉટલૅંડમાં હતો એટલે બધી ખાણોના માલીકોએ તેને આનો કોઇ ઉપાય શોધવાની આગ્રહભરી અરજી કરી. તેણે તેમની એ વિનંતિનો તુરત જ સ્વીકાર કર્યો અને ખાણોની અંદર ધડાકા સાથે ફાટી નીકળતા વાયુનો નમૂનો મેળવવા તે ન્યુકૅસલ ગયો. એક પખવાડીઆ સુધી એ વાયુના ધર્મોનો અભ્યાસ કરવાના કામમાં તે સારી રીતે લાગ્યો રહ્યો. એ અભ્યાસને પરિણામે ૧૮૧૫ના નવેંબરની ૯ મી તારીખે તે તેનો રક્ષક-દીવો રજુ કરવા શક્તિવાન થયો. એમાં દીવાની જ્યોતને ' ફરતી તારની જાળી હતી. ' ભેજવાળી હવામાં જણાતું ધડાકા સાથે ફાટી સળગી ઉઠે એવું વાયુનું મિશ્રણ નાનાં છિદ્ર અથવા નળીઓમાંથી પસાર નહિ થઇ શકે; એટલે કોઇ દીવાને તેની બધી બાજુએ હવા ચુસ્ત કરવામાં આવે તો તેવા દીવાની અંદરની જ્યોત બહારની હવાને સળગાવી નહિ શકે ' એવા તેણે શોધેલા સિદ્ધાંતને પરિણામે એ દીવો બનાવવામાં આવ્યો હતો.

અલબત્ત આમાં એક અગત્યનો ભૌતિકવિજ્ઞાનનો સિદ્ધાંત આવી ગયેલો છે. ' બન્સન ' દીવાની ઉપર તારની જાળી ધરવામાં આવે છે તે પ્રયોગથી કોણ પરિચિત નથી ? બન્સન દીવાની નળીમાંથી નીકળતા વાયુને તેની ઉપર ધરી રાખેલી જાળીની નીચે સળગાવવામાં આવે તો તે જાળીની ઉપર જ્વાળા જતી નથી અને તે તારની જાળી ઉંચી નીચી કરવામાં આવે છે તે મુજબ તે જ્વાળા પણ ઉંચી નીચી થાય છે. જો એ વાયુને તારની જાળીની ઉપલી બાજુએ સળગાવવામાં આવે છે તો જાળીની નીચેનો વાયુ સળગી ઉઠતો નથી. આમ છતાં પણ એ વાત તો રહે છે જ કે વાયુ જાળીમાંથી પસાર થાય છે અને કોઇ દીવાની જ્યોત તેને લગાડવામાં આવે છે તો તે સળગી ઉઠે છે.

આની સમજૂતિ શી? એ બધો માત્ર વહનશીલતાનો જ પ્રશ્ન

છે. તારની જાળી જે પદાર્થની બનેલી છે તે ગરમીનો એવો તો સારો વાહક છે, અને પહોળી પથરાતી જાળીથી ધાતુની એવડી મોટી સપાટી ઠંડી હવા લાગે એમ ખુલ્લી પડેલી હોય છે કે જે બાજુએ દીવાની જ્યોત તેને અડકે છે તે બાજુએ આવતા વાયુની ગરમી ચોમેર ઝડપથી વહી જઇ બહારની હવામાં ચાલી જાય છે અને પરિણામે જાળીની તે બાજુ એટલી બધી ઠંડી રહે છે કે વાયુને તેમાંથી પસાર થતો સળગવા જેટલો ગરમ હોતો નથી. સળગી ઉઠે એવો વાયુ જે ગરમીએ સળગતો હોય તેટલી કે તેથી વધારે ગરમી તેને લાગે તો જ તે સળગી શકે એવો નિયમ છે.

આથી ડેવીનો ખ્યાલ તેલના દીવાની જ્યોતને ફરતી તારની જાળી રાખવાનો હતો. દીવો સળગતો રાખવા માટે જરૂરની હવા તારની જાળીમાંથી ગળાઇને આવે એવી ગોઠવણ રહેવી જોઇએ. આમ કરતાં દીવાને જરૂરી હવાની સાથે સાથે તારની જાળીમાંથી પેલો સળગી ઉઠે એવો ભેજવાળો વાયુ પણ દીવાની અંદર જાય અને દીવાની જ્યોતને અડકતાં સળગી પણ ઉઠે, પણ તેનો ભડકો ઉપર બતાવ્યું છે તેમ તારની જાળીની પેલી મેર જવા શકિતવાન થાય નહિ.

ડેવીની આ શોધ પગલે પગલે કેવી રીતે પાકી તૈયાર થઇ તે જુઓ. પ્રથમ તો તેણે એ સળગી ઉઠે એવા વાયુનો અભ્યાસ કર્યો. પછી દહનની બાબતમાં એક નવો સિદ્ધાંત શોધી કાઢ્યો અને પછી એ સિદ્ધાંતના પરિણામ રૂપ નવા દીવાની યોજના કરી. લગભગ એ જ અરસામાં વરાળના એન્જીનની ખ્યાતિવાળા જ્યૉર્જ સ્ટીફન્સને પણ રક્ષક દીવાની શોધ કરી હતી. તેમાં દીવાની બળતી જ્યોતને જોઇતી હવા પૂરી પાડવા તેણે જાળીને બદલે નાની નળીઓનો ઉપયોગ કર્યો હતો. એની બાબતમાં ડેવીથી ઉલટી વાત

ખરી પડી હતી. એણે પ્રથમ દીવાની શોધ કરી અને પછી તે દીવા ઉપરથી તેની અંદર રહેલા સિદ્ધાંતની શોધ કરી. એકજ પરિણામ લાવવા કામે લગાડેલી બે એક એકથી ઉલટી પદ્ધતિઓનું આ બહુ જાણવા જોગું દૃષ્ટાંત છે. વિજ્ઞાનનો ઇતિહાસ આવાં બીજાં અનેક દૃષ્ટાંત પૂરાં પાડે છે. આ શોધ પહેલી કરવાનું માન વ્યાજબી રીતે આ બેમાંથી કોને ભાગ જવું જોઇએ એ બાબત તે સમયે ભારે ચર્ચા થવા પામી હતી, પણ એ દીવાની શોધના પાયારૂપ સિદ્ધાંતને લાગે વળગે એ ત્યાં સુધી એ માન હંફ્રી ડેવીને ભાગ જાય છે એમાં કાંઇ જ શંકા નથી. નોર્ધંબરલેન્ડ તથા ડર્હામની કોલસાની ખાણોના માલીકોએ તેને આભાર દર્શાવતું માનપત્ર આપ્યું તથા બીજીરીતે માન આપ્યું તેને ડેવી તદ્દન લાયક હતો.

## ૬. તેની જીવનકથાની વધારે વિગતો

હવે આપણે ડેવીની કારકીર્દિની વધારે વિગતો તરફ વળીએ. વાચકને એ તો યાદ હશે કે થૉમસ યંગની પછી રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનના વ્યવસ્થાપક તરીકે તેની નીમણૂક થઇ હતી એ વાતનો ઉલ્લેખ આગળ કરેલો છે. એ જગામાં તે એટલો બધો સફળ થયો કે મૂળ આમજનતાને વિજ્ઞાનનો પરિચય કરાવવાના હેતુવાળી એ સંસ્થાને શોધખોળ કરનારી સંસ્થામાં તેણે પલટી નાંખી. ડેવીએ કાંઇ નવી શોધ જાહેર ન કરી હોય એવું ભાગ્યે જ કોઇ અઠવાડીઉં પસાર થતું. તે ખરેખર અક્ષરશઃ તાવના જોમે કામ કરી રહ્યો હતો.

આ બધો સમય તે સૌ કોઇનો ખૂબ માનીતો થઇ ગયો હતો. જનસમાજને મન તો એ કોણ જાણે કેવોય હતો. ડેવી જુવાન હતો અને પરિણામે તેની પર વરસાવવામાં આવતાં ખુશામત અને મિથ્યા પ્રશંસાની સામે ટકી રહેવાની શક્તિ તેનામાં કમભાગ્યે નહતી. દિવસના એ જેટલા જોમથી કામ કરતો તેટલા જ જોમથી તેના ફુરસદના સમયમાં તે

જીવનની મોજશોખ માણવામાં લાગ્યો રહેતો. આવા જીવનની શરીર પર અસર થયા વગર રહે નહિ અને ડેવીને પોતાને પણ જણાયું જ હશે કે તેની પ્રકૃતિનાં તાજગી અને ભોળપણ ભયમાં આવી પડે એમ છે. ૧૮૦૩ ના મે માસમાં તેણે નીચે મુજબ નોંધ કરેલી છે.

' મારા વહાલા મિત્ર, દુનીઆની મિત્ર મંડળીની મારા મન પર થતી અસરની બાબતમાં તું કાંઇ બીક રાખીશ નહિ; કારણ કે બીવા જેવી યુવાવસ્થા પસાર થઇ ગઇ છે. બધા સમાજોની બુદ્ધિ-પ્રધાન વ્યક્તિઓમાં કેટલાક સર્વોપરી તત્વો, કેટલીક ટેવો અને આવેશો હોય છે અને તે બદલી શકાતાં નથી. હું અણુસંતોષાયેલી કલ્પનાથી કુદરત પર પ્રેમ કરનારા પૈકીનો છું. અનાસ્વાદિત આકર્ષકતા તથા ગુપ્ત સૌંદર્યની શોધમાં હું લાગ્યો જ રહેવાનો છું. મારૂં ખરૂં, મારૂં જાગ્રત જીવન વૈજ્ઞાનિક શોધખોળના વિષયોમાં જ રહેલું છે. સાધારણ રમત ગમત તથા મોજમઝાની મને એટલા પૂરતી જરૂર છે કે જીવન સમર્પતાં તથા જ્ઞાનનો પ્રકાશ આપતાં વિચારોના વહેણમાં તે સ્વપ્નાં સમાન થઇ પડે છે. '

આ છતાં ય તેણે બંને છેડે મીણબત્તી બાળવા માંડી. આપણને એમ કહેવામાં આવે છે કે ઘણીવાર તો તે તેની પ્રયોગ શાળાના કામ તથા ભોજનના સમય વચ્ચે તે એટલો નાનો ગાળો રાખતો કે કપડાં બદલવાનો વખત રહેતો નહિ એટલે તે મેલા પહેરણ પર જ નવું અને ધોયેલું પહેરણ ચડાવી દેતો અને મોજાંની બાબતમાં પણ તેમજ કરતો. આવા જીવનનું માત્ર એક જ પરિણામ હોઇ શકે. સોડિયમ અને પોટેશિયમને અલગ કરવાની શોધખોળને અંગે કરવી પડતી સખત મહેનતને પરિણામે તે તુટી ગયો અને કેટલાંક અઠવાડીઆ સુધી તે ગંભીર માંદગીને બિછાને રહ્યો. કદાચ આમ થયું તે ઠીક જ થયું. કારણ કે માંદગીમાંથી સાજા થતાં તેણે

તેણે તેની પ્રજાની બજાવેલી સેવાઓની કદર તરીકે તેને ' નાઇટ ' બનાવવામાં આવ્યો. આખરે ૧૮૨૦ ના નવેંબરમાં વિજ્ઞાનક્ષેત્રનાં તેના સહકર્મચારીઓએ રૉયલ સોસાઇટીનો પ્રમુખ નીમી તેને બહુ માન આપ્યું. આથી વધારે માન આપવાનું તેમની સત્તામાં નહતું.

ત્યાર પછીના થોડાં વર્ષ ડેવી માટે બહુ ધમાલભર્યાં હતાં. પણ ૧૮૨૬ માં તેની તબીયેત લથડવા માંડી. ખૂબ ઉંચા વેગથી જીવાયેલું જીવન ઓચીંતા આવી પડતા વિનાશ વગર જીવવાનું શક્ય નહતું. એ સાલની આખરમાં તેને ફેફરૂનો રોગ લાગુ પડયો. એ રોગમાંથી તે કાંઇક અંશે સાજો તો થયો, પણ તેને ખબર પડી ગઇ હતી કે હવે તેનો અંત નજીક આવી ગયો છે. ડાકટરોની સલાહને અનુસરી તેણે શિયાળા રોમમાં ગાળવા માંડયા અને ત્યાં ' ખંડીયેરોમાંના ખંડીયેર ' પેઠે તે રહેવા લાગ્યો અને બળજબરીએ મળતા અવકાશનો ઉપયોગ ' ધી કોન્સોલેશન્સ -ઑફ ટ્રાવેલ ' નામનું પુસ્તક લખવામાં તે કરતો. અંતકાળ પાસે આવતાં તે લખવા અશક્ત થઇ ગયો, ત્યારે તેની જોડે રહેતા તેના ભાઇ ડૉ. જૉન ડેવીને તે ફકરા લખાવતો હતો.

જે રીતે હિંમતથી, વિશ્વાસથી અને આશાભરી રીતે તેણે જીવનનો સામનો કર્યો હતો, તેજ રીતે તેણે મરણનો પણ સામનો કર્યો. તેણે લખ્યું કે ' ઇંદ્રિયો બહેર મારી ગઇ હોય અને મૂળના અણુઓમાં તુટી પડવાની અવસ્થામાં સૌ અંગો આવી પડયાં હોય એવી અવસ્થામાં મરણ પથારીએ પડેલો મને જુઓ ! એમ છતાં પણ હજુ મારૂં મન અજીંક્ય છે, હજુ મારા બધા આવેશો અને શક્તિઓ સજીવ છે. મારી વિચારસરણી હજુ પૂર્ણ વેગવાન છે. તત્ત્વજ્ઞાને મને મારા જીવન દરમિયાન ગરમાવો આપેલો છે, અને મરણ

પધારીએ પણ તે તેના શિષ્યને છોડી જતી નથી. મને લાગે છે અને હું માનું છું કે જે અમરત્વના સૂર્યનું તેજ મારા આ દેહમાં મંદ પ્રકાશે અને માફકસર ગરમી આપતું પ્રકાશતું રહ્યું છે તે સુખના પ્રદેશોમાં વધારે સ્થાયી થશે.'

છેક અંતકાળ સુધી તેની લાગણી આવી રહી. એની પોતાની ઇચ્છાને અનુસરી તેને રોમથી જીનીવા ખસેડવામાં આવ્યો. ત્યાં તે ૧૮૨૯ના મે માસની ૨૯મી તારીખે મરણ પામ્યો.

એવા વિજ્ઞાનીઓ થઇ ગયા છે, જેમની યાદદાસ્તનું તેમણે કરેલા કામ ખાતર, તેમના સહકર્મચારી વિજ્ઞાનીઓ સન્માન કરે છે. પણ ડેવી તે થોડા યશસ્વીઓ પૈકીનો છે જેમનાં નામ અને સ્મરણો માનવજાતિની તેમણે બજાવેલી સેવાઓ માટે, ઘરગથ્થુ શબ્દો થઇ પડેલા છે. સર હંફ્રી ડેવીનું જીવન વિજ્ઞાનના ખરા આત્મા તથા તેની શુદ્ધ સેવાના દૃષ્ટાંત તરીકે જગત આગળ ઉભું છે. તેણે પ્રાપ્ત કરેલી સિદ્ધિઓમાંની ઘણી ખરી ધન કમાવાની દૃષ્ટિએ અતિશય કિંમતી હશે, પણ પોતાની બુદ્ધિનો એવો ઉપયોગ કરવાનું તે તિરસ્કારતો હતો. તેના મિત્ર જૉન બુડલે, પોતાના રક્ષક દીવાનું વિશિષ્ટાધિકારપત્ર (પેટંટ) કઢાવી તેના હકકથી સહેલથી વર્ષે દહાડે પાંચથી દશ હજાર પાઉન્ડની કમાણી કરી લેવાનો આગ્રહ ભર્યો પત્ર તેની પર લખ્યો હતો. તેના જવાબમાં તેણે જાહેર કરેલા વિચાર આપી આ પ્રકરણ બંધ કરી તેની યાદદાસ્તને આપણે આપી શકીએ તેથી વધારે સારી રીતે તેને માન આપી શકાય એમ નથી. ડેવીએ તેને જવાબ આપ્યો કે 'નહિ, મારા ભલા મિત્ર, મેં આવી બાબતનો કદી વિચાર કર્યો જ નથી. મારો હેતુ તો માત્ર માનવજાતિના હિતનો વિચાર કરવાનો છે અને તેમાં હું સફળ થયો હોઉં તો તેમ કર્યાના સંતોષના વિચારથી મને પૂરતો બદલો મળી રહે છે.'

---

તેણે તેની પ્રજાની બજાવેલી સેવાઓની કદર તરીકે તેને 'નાઇટ' બનાવવામાં આવ્યો. આખરે ૧૮૨૦ નાં નવેંબરમાં વિજ્ઞાનક્ષેત્રનાં તેના સહકર્મચારીઓએ રૉયલ સોસાઇટીનો પ્રમુખ નીમી તેને બહુ માન આપ્યું. આથી વધારે માન આપવાનું તેમની સત્તામાં નહતું.

ત્યાર પછીનાં થોડાં વર્ષ ડેવી માટે બહુ ધમાલભર્યાં હતાં. પણ ૧૮૨૬ માં તેની તબીયેત લથડવા માંડી. ખૂબ ઉંચા વેગથી જીવાયેલું જીવન ઓચીંતા આવી પડતા વિનાશ વગર જીવવાનું શકય નહતું. એ સાલની આખરમાં તેને ફેફરેનો રોગ લાગુ પડયો. એ રોગમાંથી તે કાંઇક અંશે સાજો તો થયો, પણ તેને ખબર પડી ગઇ હતી કે હવે તેનો અંત નજીક આવી ગયો છે. ડાકટરોની સલાહને અનુસરી તેણે શિયાળા રોમમાં ગાળવા માંડ્યા અને ત્યાં 'ખંડીયેરોમાંના ખંડીયેર' પેઠે તે રહેવા લાગ્યો અને બળજબરીએ મળતા અવકાશનો ઉપયોગ 'ધી કૉન્સોલેશન્સ ઑફ ટ્રાવેલ' નામનું પુસ્તક લખવામાં તે કરતો. અંતકાળ પાસે આવતાં તે લખવા અશકત થઇ ગયો, ત્યારે તેની જોડે રહેતા તેના ભાઇ ડૉ. જૉન ડેવીને તે ફકરા લખાવતો હતો.

જે રીતે હિંમતથી, વિશ્વાસથી અને આશાભરી રીતે તેણે જીવનનો સામનો કર્યો હતો, તેજ રીતે તેણે મરણનો પણ સામનો કર્યો. તેણે લખ્યું કે 'ઇંદ્રિયો બહેર મારી ગઇ હોય અને મૂળના અણુઓમાં તુટી પડવાની અવસ્થામાં સૌ અંગો આવી પડયાં હોય એવી અવસ્થામાં મરણ પથારીએ પડેલો મને જુઓ ! એમ છતાં પણ હજુ મારું મન અજીંકય છે, હજુ મારા બધા આવેશો અને શકિતઓ સજીવ છે. મારી વિચારસરણી હજુ પૂર્ણ વેગવાન છે. તત્ત્વજ્ઞાને મને મારા જીવન દરમિયાન ગરમાવો આપેલો છે, અને મરણ

પધારીએ પણ તે તેના શિષ્યને છોડી જતી નથી. મને લાગે છે અને હું માનું છું કે જે અમરત્વના સૂર્યનું તેજ મારા આ દેહમાં મંદ પ્રકાશે અને માફકસર ગરમી આપતું પ્રકાશતું રહ્યું છે તે સુખના પ્રદેશમાં વધારે સ્થાયી થશે.'

છેક અંતકાળ સુધી તેની લાગણી આવી રહી. એની પોતાની ઇચ્છાને અનુસરી તેને રોમથી જીનીવા ખસેડવામાં આવ્યો. ત્યાં તે ૧૮૨૯ના મે માસની ૨૯મી તારીખે મરણ પામ્યો.

એવા વિજ્ઞાનીઓ થઇ ગયા છે, જેમની યાદદાસ્તનું તેમણે કરેલા કામ ખાતર, તેમના સહકર્મચારી વિજ્ઞાનીઓ સન્માન કરે છે. પણ ડેવી તે થોડા યશસ્વીઓ પૈકીનો છે જેમનાં નામ અને સ્મરણો માનવજાતિની તેમણે બજાવેલી સેવાઓ માટે, ઘરગથ્થુ શબ્દો થઇ પડેલા છે. સર હંફ્રી ડેવીનું જીવન વિજ્ઞાનના ખરા આત્મા તથા તેની શુદ્ધ સેવાના દૃષ્ટાંત તરીકે જગત આગળ ઉભું છે. તેણે પ્રાપ્ત કરેલી સિદ્ધિઓમાંની ઘણી ખરી ધન કમાવાની દૃષ્ટિએ અતિશય કિંમતી હશે, પણ પોતાની બુદ્ધિનો એવો ઉપયોગ કરવાનું તે તુચ્છકારતો હતો. તેના મિત્ર જૉન બુડલે, પોતાના રક્ષક દીવાનું વિશિષ્ટાધિકારપત્ર ( પેટંટ ) કઢાવી તેના હકકથી સહેલથી વર્ષે દહાડે પાંચથી દશ હજાર પાઉન્ડની કમાણી કરી લેવાનો આગ્રહ ભર્યો પત્ર તેની પર લખ્યો હતો. તેના જવાબમાં તેણે જાહેર કરેલા વિચાર આપી આ પ્રકરણ બંધ કરી તેની યાદદાસ્તને આપણે આપી શકીએ તેથી વધારે સારી રીતે તેને માન આપી શકાય એમ નથી. ડેવીએ તેને જવાબ આપ્યો કે ' નહિ, મારા ભલા મિત્ર, મેં આવી બાબતનો કદી વિચાર કર્યો જ નથી. મારો હેતુ તો માત્ર માનવજાતિના હિતનો વિચાર કરવાનો છે અને તેમાં હું સફળ થયો હોઉં તો તેમ કર્યાના મંતોષના વિચારથી મને પૂરતો બદલો મળી રહે છે.'

---

# જ્યૉર્જ સાઈમન ઓહ્મ અને તેનો પ્રખ્યાત કાયદો



## ૧ પ્રારંભનું જીવન તથા પ્રગતિ

ફ્રેંકલીન અને બીજાઓની પ્રેરક શોધોની અસર નીચે સ્થિતિ વિદ્યુતનો અભ્યાસ તેના ધર્મોની શોધોની દૃષ્ટિએ તથા કુલંબ અને કેવેન્ડિશ જેવી વ્યક્તિઓના પ્રયત્નોથી જથ્થાના ચોક્કસ માપ લેવાની બાબતમાં કેવી રીતે ખીલવા માંડયો હતો તે આપણે જોયું છે. વળી ગેલ્વેનિ તથા વોલ્ટાએ વિદ્યુતકોષ સમુચ્ચયના ધર્મોના અભ્યાસની શરૂઆત કેવી રીતે કરી, તથા ઓરસ્ટેડ અને એમ્પીઅરે વિદ્યુત્લોહચુંબકના ક્ષેત્રમાં, અને ડેવીએ વિદ્યુદ્રસાયનના ક્ષેત્રમાં તેને કેવી રીતે આગળ ધપાવ્યો તે પણ આપણે જોયું છે. ગરીબાઈ, એકલવાયાપણું તથા ઓળખપરખનો અભાવ રૂપી લગભગ કોઈને પણ દબાવી દે એવી આપત્તિઓની સાથે બાથંબાથા કરતા જ્યૉર્જ સાઇમન ઓહ્મે, તેના નામ જોડે માનવંતુ સાહચર્ય ધરાવતો કાયદો કેવી રીતે શોધી કાઢયો અને તેમ કરી પ્રવાહ વિદ્યુતના જથ્થાના માપનો પાકો અને કાયમનો પાયો કેવી રીતે નાખ્યો તે હવે આપણે જોઈશું.

જ્યૉર્જ સાઇમન ઓહ્મ જર્મન હતો. બાવેરિયામાં આવેલા અર્લાન્જનમાં તે ૧૭૮૯ ના માર્ચની ૧૬ મી તારીખે જન્મ્યો હતો. તે ગામના એક તાળાં બનાવનાર મિસ્ત્રીના બે પુત્રોમાંનો તે મોટીઆળ હતો. સાઇમનનો પિતા વિચક્ષણ બુદ્ધિનો તથા સમજુ આદમી હતો. બન્યું એમ હતું કે તેની યુવાનીમાં તેના ઘરમાં અર્લાન્જન વિદ્યાપીઠનો એક તરુણ વિદ્યાર્થી ભાડે રહેતો

આવ્યો હતો. ઘરભાડાના અમુક ભાગ પેટે સાઇમનના પિતાને ગણિત શીખવવાનું તેણે માથે રાખ્યું હતું. એ શિક્ષણને પ્રતાપે તે શિક્ષણ લેનારના મન પર શિક્ષણનાં કિંમત અને ખરી કદરની છાપ પડવા પામી હતી.

આને પરિણામે તેના પુત્ર જ્યૉર્જ અને માર્ટિન, બંને યોગ્ય સમયે તેની પેઠે તાળાં બનાવનારા મિસ્ત્રી થાય એવી તેની ઇચ્છા તો હતી છતાં ઉચ્ચ કેળવણીના હક્કથી તેમને વંચિત રાખવાનો તેનો ઇરાદો નહતો. પ્રથમ તો તેણે તેમને પ્રાથમિક શાળામાં બેસાડયા, અને ત્યાંથી તેઓ સ્થાનિક માધ્યમિકશાળામાં યોગ્ય સમયે પસાર થયા. એ પ્રકારની શાળાઓ તે સમયે જર્મનીમાં 'અખાડા' ( જીમ્નેશિયમ ) એ નામથી ઓળખાતી હતી. અહીં તેઓ ગણિત અને વિજ્ઞાનનાં મૂળતત્ત્વો શીખવા શક્તિવાન થયા હતા. એ બંને ભાઇઓમાંના મોટાએ વિજ્ઞાનમાં તથા નાનાએ ગણિતમાં પોતાની બુદ્ધિનો પરચો આપ્યો હતો. ૧૮૦૪ માં એ શાળામાં ગણિતના શિક્ષક તરીકે નીમાયેલા તથા વિવેકબુદ્ધિવાળા અને વિખ્યાત ગણિતશાસ્ત્રી ચાર્લ્સ ડી લેન્ગ્સ્ડૉર્ફે એ બંને ભાઇઓ માટે બહુ ઉજ્જવળ ભવિષ્યની આગાહી કરી હતી અને પ્રખ્યાત બર્નૌલિ ભાઇઓ જોડે તેમને સરખાવ્યા હતા.

આવી જાહેરાત જોતાં ઓહ્મ પોતાના પુત્રોને તાળાંના મિસ્ત્રી બનાવવાનો આગ્રહ રાખી શકયો નહિ, જો કે ઘેર રહ્યા રહ્યા તેઓ તેમના પિતાના ધંધાનાં મૂળતત્ત્વ જલદીથી શીખી રહ્યા હતા. ઓહ્મ જાતે ગરીબ આદમી હતો, પણ મિત્રોની મદદથી જેમ તેમ કરી પોતાના દરેક પુત્રને અર્લાન્જનના વિદ્યાપીઠમાં ત્રણ સત્રની કેળવણી આપી શકયો હતો. ત્રણ સત્ર એટલે અધુરો જ અભ્યાસ ગણાય, પણ એ યુવાનો પોતાનો અધૂરો રહેલો

અભ્યાસ પાછળથી પૂરો કરવાની તક મેળવવા સફળ થયા અને ખરેખર બન્યું પણ તેમજ.

થોડા સમય માટે સ્વિટ્ઝર્લૅન્ડમાં ખાનગી શિક્ષક તરીકે તેણે પોતાનો નિભાવ કર્યો અને ૧૯૧૧ સુધીમાં અર્લ્બાન્જન પાછા ફરી પોતાનો અધુરો રહેલો અભ્યાસ પૂરો કરી વિદ્યાપીઠની પરીક્ષામાં પસાર થવા જેટલાં નાણાં બચાવવા મોરો ઓહ્મ શક્તિવાન થયો. હવે બેમ્બર્ગની એક શાળામાં તેની શિક્ષક તરીકેની પહેલી નીમણોક થઇ. જન્મસિદ્ધ શિક્ષક હોવાથી, પોતે જેને સંતોષકારક કારકીર્દિની શરૂઆત ગણતો હતો તેવા ધંધામાં તે જામી પડયો. પોતાના પુત્રોનું હિત કરવામાં તેના હવે વૃદ્ધ થતા પિતાએ બતાવેલાં આપભોગ, કાળજી અને હેતનો બદલો વાળવા માટેના સમયની તે રાહ જોઇ રહ્યો હતો,

તેની એ આશા નિરાશામાં પરિણમવા નિર્માણ થયેલી હતી, કારણ કે બહુ સમય પસાર થતા પહેલાં આફતની હારમાળાને પરિણામે તેની શાળાએ તાળું દેવાયું અને તેના મહેકમને બરતરફ કરવામાં આવ્યો. તે બહુ કમનશીબ સમય હતો. યુરોપ નેપોલીઅનના વિગ્રહની પ્રસવવેદનામાંથી પસાર થતું હતું અને જર્મની તેમાં ખૂબ ગુંચાઇ ગયેલું હતું. ઓહ્મ બીજી શિક્ષકની નોકરી મેળવવા અશકત થયો અને બહુ હતાશ થઇ તે અર્લ્બાન્જન પાછો ફર્યો. આમ છતાં પિતા પર ભાર રૂપ થવાનો તેને ઇરાદો નહતો એટલે હવે તો તેને મદદ કરવાનો એક માત્ર શકય ઉપાય, પિતાની દુકાનના સેમડા પર બેસવાનો હતો તે તેણે અજમાવ્યો.

આ ભાવી તત્વચિંતકને તે કામ બહુ સ્વાદ વિનાનું જણાયું હશે એમાં તો કાંઇ જ શક નથી, પણ એનો કાંઇ ઉપાય નહતો. ગરજ તથા ફરજ બંનેને લઇ તે એ કામમાં લાગ્યો રહ્યો, છતાં-

પોતાને પ્રિય શિક્ષકનો ધંધો ફરી હાથ ધરવાની આશા તેણે કદી છોડી નહતી. ભવિષ્યમાં એકાદ દિવસ વિદ્યાપીઠના અધ્યાપક બનવાની તેની મહત્વાકાંક્ષા હતી અને આ બધા કસોટીના સમયમાં, પણ પોતે એક દિવસ પોતાનો જીવનહેતુ સિદ્ધ કરનાર છે એ વાતની તેના દિલમાં કદી શંકા ઉઠી નહતી.

આખરે તેને જોઈતી તક મળી ગઈ. ૧૮૧૭ માં 'દેવતા વિનાના ઓરડામાં લખેલું' 'એસે ઑન જ્યોમેટ્રી' એ નામનું પુસ્તક તેણે પ્રસિદ્ધ કર્યું, અને એ પુસ્તકે ખેંચેલા ધ્યાનને પરિણામે કોલોનની જેસ્યુટ શાળાના ગણિત અને વિજ્ઞાનના શિક્ષકની જગા તેને આપવાની માગણી કરવામાં આવી અને આપણને એ વાતની તો ખાત્રી જ છે કે તે માંગણીનો તેણે અતિ આતુરતાથી સ્વીકાર કર્યો હશે. અહીં એક સફળ શિક્ષક તરીકે તેણે સાડા નવ વર્ષ પસાર કર્યાં, અને જે શોધોથી તે જાણીતો થયો છે તે બધી તેણે અહીં જ કરી હતી. શિક્ષક તરીકે તે બહુ જ સફળ હતો એ તો નિઃશંક વાત છે. તેનાં વ્યાખ્યાનોમાં વિચારની વિશદતા હતી. તે બહુ સારી રીતે આપવામાં આવતાં હતાં અને બહુ પ્રીતિથી સ્વીકારવામાં આવતાં હતાં. તેના વિદ્યાર્થીઓમાંના ઘણાએ આગળ ચાલતાં ખૂબ નામ કાઢયું છે. ગણિતશાસ્ત્રી લેજ્યુન ડિરિકલેટ તેનો જાણવાજોગ દૃષ્ટાંત છે.

ઓહ્મની મહત્વાકાંક્ષા શિક્ષકના ધંધાની પેલીમેરની હતી. પ્રવાહ વિદ્યુતના પ્રશ્નોમાં તેને ખૂબ રસ હતો અને તેને શોધખોળમાં લાગ્યા રહેવાની ઇચ્છા હતી, પણ તેના માર્ગમાં મુશ્કેલીઓ ઘણી હતી. શિક્ષણના ધંધાને અંગે તેને પ્રયોગો કરવા માટે બહુ જ થોડો સમય મળતો, અને નાણાંની પૂરતી જોગવાઈને અભાવે ચોપડીઓ તથા પ્રયોગનાં ઉપકરણ મેળવવાં એ તેને માટે અતિશય ધીરજ

વિધિ હતો. એમ છતાં પણ આ બધી મુશ્કેલીઓની સામે થઇ જય મેળવવા માટે તેની પાસે બે તત્ત્વ હતાં–એક પોતાનું ધાર્યું પાર પાડવાનો પોલાદી નિશ્ચય અને બીજું તેના પિતાના કારખાનામાંથી પ્રાપ્ત થયેલી યાંત્રિક કુશળતા; આ કુશળતાને લઇ પોતાને ખપનાં ઉપકરણોમાંનાં ઘણાં બનાવવા તે શક્તિવાન થયો હતો. આમ હોવાથી, કોઇ પણ જાતની ઉતાવળ કે દોડધામ વગર અને શાંત રીતે છતાં ખંતથી તેને જે કાંઇ ફુરસદનો વખત મળતો તેમાં તે કામ કર્યે જતો હતો અને તેમ કરતાં ક્રમે ક્રમે તેણે પ્રયોગની એવી તો ઇમારત ખડી કરી કે તેને પરિણામે ૧૮૨૬ માં પોતે કરેલું કામ રજુ કરી, પોતાને તેમજ પોતાના દેશને યશ અપાવવા તે શક્તિવાન થયો હતો.

તેના પ્રયોગની હારમાળા એ શી વસ્તુ હતી અને તે ક્યાં લઇ જતી હતી તેનો આપણે સંક્ષેપમાં વિચાર કરીએ.

## ૨. પ્રવાહ વિદ્યુતમાં ઓહ્મની શોધખોળો

૧૮૨૨ માં જૉસેફ ફુરીયરે ' લા થીઅરી એનેલીટિક દલા શાલેર ' એ નામનું શકવર્તી પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કર્યું. ગણિતમૂલક ભૌતિક વિજ્ઞાનમાં તે અગત્યના કાળારૂપ હતું અને બધી વિજ્ઞાની દુનીઆનું ધ્યાન તેના તરફ ખેંચાયું. તેની અંદર સમાયેલી વસ્તુને કારણે જ નહિ પણ પ્રયોગાત્મક તપાસણીને તેણે આપેલ સાફ દેખાઇ આવે એવી પ્રેરણાને કારણે પણ તે અગત્યનું હતું.

એ પુસ્તકનું મુખ્ય લક્ષણ પદાર્થોની ઉષ્માવહન કરવાની શક્તિની તેમાં કરેલી ચર્ચા હતી. એટલે કે પદાર્થનો એક છેડો બીજા કરતાં ઉંચા ઉષ્મામાને હોય ત્યારે પ્રસંગે પોતાની અંદર થઇ ગરમીને પસાર થવા દેવાની જુદા જુદા પદાર્થોની સાપેક્ષ શક્તિની તેમાં ચર્ચા

હતી: આ બાબતમાં ફુરીઅરનો નિર્ણય એવો હતો કે અમુક સમયમાં વહી જતો ગરમીનો કુલ જથ્થો અથવા પ્રવાહ તે વસ્તુને બને છેડેની ગરમીના તફાવતના સીધા પ્રમાણમાં હોય છે.

ફુરીઅરના એ નિર્ણયે ઓહ્મને વિચાર કરતો કર્યો. એક ધાતુના સળીઆમાંથી ગરમીનું વહેવું તથા એક ધાતુના વાહકમાં થઇ વિજળીનું વહેવું એ બે પ્રશ્નો વચ્ચે ઘણું સામ્ય છે એવો વિચાર તેને થયો. ગરમીના વહેણના ખ્યાલને વિજળીના પ્રવાહના બળના ખ્યાલ જોડે તેણે સરખાવ્યો. ગરમીનું વહેણ ગરમી વહેતા પદાર્થના બે છેડાં પરના ઉષ્ણમાનના તફાવતના પ્રમાણમાં હોય છે, એવાં ફુરીઅરના નિર્ણયથી, વિદ્યુત્કોષસમુચ્ચયના બે છેડાના તાર પરના વિદ્યુતબળના તફાવતના પ્રમાણમાં વિજળીના પ્રવાહનું બળ હોય છે એવા મળતા ખ્યાલની સૂચના તેને મળી.

પ્રારંભમાં જુદાં જુદાં વાહકો વાપરવાની અસર જાણવાના પ્રયોગ ઓહ્મે કર્યા. જુદી જુદી ધાતુઓના, પણ એકજ જાડાઇના તાર તેણે લીધા. તેણે તાંબાથી શરૂઆત કરી. પોતે વાપરેલાં જુદાં જુદાં વાહકોના તારની લંબાઇમાં તેણે એવી રીતે ફેરફાર કર્યો કે વિજળીના પ્રવાહવર્તુલમાર્ગમાં મૂકેલા વિદ્યુદ્બળમાપકયંત્ર પર એકજ સરખી અસર થાય. આનો અર્થ એ થયો કે જુદા જુદા પદાર્થોની વિજળી વહેવાની શક્તિ પર તેની લંબાઇની શી અસર થાય છે તે બાબત પર તે પ્રયોગ કરી રહ્યો હતો.

તેનાં પરિણામ નીચે મુજબ છે. તાંબાની લંબાઇ ૧૦૦૦ લેતાં, તેટલા જ બળનો વિજળીનો પ્રવાહ આપવા માટે જરૂરી બીજી ધાતુના તારની લંબાઇ નીચે મુજબ જણાઇ હતી.

| | | |
|---|---|---|
| તાંબુ ૧૦૦૦ | જસત ૩૩૭ | પ્લૅટિનમ ૧૭૧ |
| સોનું ૫૭૪ | પીત્તળ ૨૮૦ | કલાઇ ૧૬૮ |
| ચાંદી ૩૫૬ | લોઢું ૧૭૪ | સીસું ૯૭ |

આ કોઠાથી ઓહ્મને આ જુદા જુદા પદાર્થોની આપેક્ષ વિદ્યુદ્વહનશીલતાનો ખ્યાલ આવ્યો. ચાંદીની બાબતમાં તેણે નીપજાવેલું પરિણામ બહુ ભૂલભર્યું હતું એ જરા કૌતુક ભરી બીના છે, કારણ કે ખરું જોતાં તે તાંબા કરતાં વિજળીનું વધારે સારું વાહક છે, જ્યારે ઉપલા કોઠાના આંકડા તેને બહુ હલકી પ્રતનું વાહક બતાવે છે.

પાછળથી એ ભૂલ થવાનું કારણ ઓહ્મે શોધી કાઢ્યું હતું. વાત એવી હતી કે ચાંદીના તાર ખેંચવાની વિધિ દરમિયાન, તે તાર તેલીયા ચામડાથી ઢંકાયેલો હતો અને પરિણામે તેના આડા છેદનું માપ તેના ખરા માપ કરતાં મોટું થયું હતું. આ તથ્યને કારણે તેની વહનશીલતાની બાબતમાં ભૂલ થઇ હતી. હવે ઓહ્મે પ્રયોગની બીજી હારમાળા શરૂ કરી. જુદી જુદી ધાતુઓના અથવા વાહકોના તારના આડા છેદ અથવા તો તેની જાડાઇ વધારે ઓછી કરવાથી તેની વિજળી વહેવાની શકિત પરથી અસર થાય છે તે તપાસવાનો એ પ્રયોગોનો હેતુ હતો. એ પ્રયોગોથી એને જણાયું કે એક જ પદાર્થના તાર વાપરતાં, તારની જાડાઇ તેની લંબાઇના પ્રમાણમાં રાખવામાં આવે તો તેની વહનશીલતામાં કાંઇ ફેર ન પડતાં તે અવિકારી રહે છે. આથી એને તરત જ સમજાયું કે પહેલી પ્રયોગહારમાળામાં, ચાંદીના તારનો આડો છેદ જોઇએ તે કરતાં બહુ નાનો હોય તો ચાંદીની બાબતમાં તેણે નીપજાવેલાં પરિણામ ખોટાં હોવાં જોઇએ. ચાંદી પર ત્યાર પછી કરેલા પ્રયોગોથી તેને તેની વહનશીલતાની વધારે ખરી કિંમત જડી આવી હતી.

અત્યાર સુધી ઓહ્મે કરેલા પ્રયોગોનાં પરિણામોનો સાર નીચે મુજબ આપી શકાય એમ છે. કોઇ આપેલા તારના નમૂનાની વિદ્યુદ્વહનશીલતાની બાબતમાં નીચેનાં ત્રણ તત્ત્વો નિયામક છે.

( ૧ ) તેની લંબાઇ; ( ૨ ) તેના આડા છેદનું ક્ષેત્રફળ; ( ૩ ) તે જે દ્રવ્યનું બનેલું હોય તે પરસ્પર સંબંધના દૃષ્ટિબિંદુએ આ પ્રશ્ન તપાસતાં જણાય છે કે વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો તાર કુદરતી રીતે તે પ્રવાહને પ્રતિરોધ અથવા અટકાવ કરે છે. આ પ્રતિરોધને આપણે સંજ્ઞા પ થી સૂચવીશું. એ પ્રતિરોધ પ તે તારની લંબાઇ લના સીધા પ્રમાણમાં હોય છે. તે તારના આડા છેદના ક્ષેત્રફળ ક્ષના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે અને તે ઉપરાંત જુદા જુદા પદાર્થો માટે જુદી જુદી, પણ એકના એક પદાર્થ માટે અવિકારી રહેતી એવી મ સંજ્ઞાથી સૂચવાતી કિંમતના સીધા પ્રમાણમાં પણ તે બદલાય છે એટલે કે

$$પ = મ\frac{લ}{ક્ષ}$$

જાડા તાર કરતાં પાતળા તારમાં વિજળીના પ્રવાહને વધારે પ્રતિરોધ કેમ નડે છે એ સમજવું અઘરું નથી. સરખામણી બહુ બંધબેસતી નથી, તો પણ પાણી વહી જતી નળી કાંઇક અંશે આના દૃષ્ટાંત રૂપ થઇ શકે એમ છે. પહોળી નળીમાં પાણીના પ્રવાહને ઓછો પ્રતિરોધ નડે છે, જ્યારે સાંકડી નળીમાં તેને નડતો પ્રતિરોધ બહુ મોટા પ્રમાણમાં હોય છે.

ઉપલા સમીકરણમાં સંજ્ઞા મ આપણને આપેલા પદાર્થના વિશિષ્ટ પ્રતિરોધની અથવા ટુંકામાં પ્રતિરોધની કિંમત અથવા માપ આપે છે. $\frac{૧}{મ}$ જે સામાન્ય રીતે સંજ્ઞા ક થી દર્શાવાય છે, તે આપણને આપેલા પદાર્થની વિશિષ્ટ વિદ્યુદ્વહનશીલતા આપે છે.

હવે આપણે ઓહ્મની શોધોના બીજા તબક્કા પર આવી પહોંચીએ છીએ. પોતાનાં અવલોકનોનો અહેવાલ તેણે વિદ્યુત્પ્રવાહ

માપકના મશહૂર શોધક શ્વાઇગરને તંત્રીપદે ચાલતા વૈજ્ઞાનિક પત્રમાં તેમજ પોગેનડૉર્ફના 'આનાલન'માં મોકલી આપ્યો હતો. એ અહેવાલોની વસ્તુમાં તેણે એ વાત પણ સમજાવી છે કે કોષસમુચ્ચયોમાંથી મળતા વિદ્યુત્પ્રવાહોમાં તેને બહુ કનડગત કરે એવા પ્રવાહમાં થતા ફેરફારોથી બહુ અડચણ પડી હતી. આના જવાબમાં પોગેન્ડૉર્ફે તેને એવા કોષસમુચ્ચયનો ઉપયોગ સદંતર બંધ કરી તેને સ્થાને ઉષ્માપ્રવાહવર્તુળનો ઉપયોગ કરવાની સૂચના કરી હતી.

એ સૂચના બહુ સંગીન હતી અને ઓહ્મે તેનો સ્વીકાર કર્યો. ઉષ્માવર્તુલ એટલે શું તેનો આપણે બહુ સંક્ષેપમાં વિચાર કરી લઈએ. સાધારણ કોષસમુચ્ચય અથવા વિજળી પેદા કરવાનો સાધારણ નગો એ કાંઈ વિજળી પેદા કરવાનાં એકલાં સાધન રૂપ નથી. ૧૮૨૧ માં તે સમયે બર્લિનમાં રહેતા રશિયન વિજ્ઞાની થોમસ જોહાન સીબેકે એવી શોધ કરી હતી કે ત્રાંબા તથા બિસમથની બે પાટીઓને બંધવર્તુલમાર્ગ થાય એવી રીતે જોડવામાં આવે અને પછી એ પાટીઓનાં એક જોડાણબિંદુને તપાવી બીજા કરતાં વધારે ગરમ કરવામાં આવે તો એકદમ તે વર્તુલ માર્ગમાં વિજળીનો પ્રવાહ વહેવા માંડે છે અને બન્ને જોડાણ બિંદુઓ એકસરખી ગરમીવાળાં થાય ત્યાંસુધી એ વહ્યાં કરે છે. આકૃતિ ૯૪ માં બતાવ્યા પ્રમાણે વર્તુલ માર્ગમાં દાખલ કરેલા પ્રવાહમાપકની સોયના ભમી જવાથી એ પ્રવાહની હયાતીની આપણને જાણ થાય છે. વિજળીના પ્રવાહનું બળ અસમાન ઉષ્મામાનના તફાવતના પ્રમાણમાં હોય છે. કોઈ પણ બે ધાતુની જોડી બાબતમાં આ ચમત્કાર ઉપર બતાવ્યું છે તેવા રૂપમાં આવે છે, અને સીબેકના મૂળ પ્રયોગમાં તો બેમાંના એક જોડાણને માત્ર હાથથી પકડી

ગરમી આપવાની ક્રિયા માપી શકાય એટલો વિજળીનો પ્રવાહ પેદા કરવા બસ થઇ હતી.

ત્રાસ આપતા કોષસમુચ્ચયોને સ્થાને સાઇમન ઓહ્મે આ સાધનનો ઉપયોગ કર્યો અને તેમ કરતાં તેને ભારે સફળતા મળી. તેના મશહૂર કાયદાને વિજ્ઞાનમાં સ્થિર સ્થાન આપનારા પ્રયોગો કરવામાં તે હવે ખૂબ કામે લાગી ગયો. કોઇ આપેલા વર્તુલમાર્ગમાં વહેતા વિજળીના પ્રવાહના બળ પર અસર કરનારાં તત્ત્વોનો અભ્યાસ કરવાનો તેનો ખ્યાલ હતો. ઉષ્માના વહેવાની બાબતમાં પૂરીઅરે કરેલા કામથી કોષસમુચ્ચયના બે અંતિમ તારો વચ્ચેના વિજળીના દબાણનો તફાવત તેના પ્રવાહ પર અસર કરનાર તત્ત્વોમાંનું એક છે એવી સૂચના કેવી રીતે મળી હતી તે આપણે આગળ જોઇ ગયા છીએ. તેને એ પણ સમજાયું હતું કે વિજળીના પ્રવાહને તેના વર્તુળમાર્ગમાં નડતો પ્રતિરોધ એ બીજું તત્ત્વ હતું. પણ તેને એનાથી પણ વધારે વાત સમજાઇ. વિજળીના પ્રવાહને થતો પ્રતિરોધ બે હિસ્સાનો બનેલો હતો. પહેલો તો કોષસમુચ્ચયના છેડાઓને જોડનાર વાહકનું પ્રતિરોધ હતું. તેને તેણે 'બાહ્ય પ્રતિરોધ' એવું નામ આપ્યું. એ ઉપરાંત કોષસમુચ્ચયની અંદર થતું પ્રતિરોધ પણ હતું. આને તેણે 'અંતઃપ્રતિરોધ' એવું નામ આપ્યું. ઓહ્મે વિદ્યુત્કોષસમુચ્ચયનો ઉપયોગ કર્યો ત્યાં સુધી આ અંતઃપ્રતિરોધે તેના કામમાં ચાલુ અડચણ ઊભી જ કરી હતી, કારણ કે તારરૂપી વાહકની પેઠે તેનો સીધો અને પ્રત્યક્ષ મેળ કાઢી શકાય એમ નહતું; એટલે કે $પ = મ \frac{લ}{ક્ષ}$ એ સારણીનો ઉપયોગ કરવાનું કામ સગવડભર્યું નહતું.

વિદ્યુત્કોષસમુચ્ચયનો ઉપયોગ છોડી ઉષ્માવર્તુળજોડીનો ઉપયોગ કરવા માટે આ એક વધારાનું કારણ હતું. કારણ કે કોષ

સમુચ્ચયમાં થતા પ્રવાહના બળના ફેરફારથી થતી કનડગતથી તે મુક્ત થવા પામ્યો એટલું જ નહિ, પણ જેનો પ્રત્યક્ષ નિર્ણય કરી શકાય તે શિનાયના બીજા અંતઃપ્રતિરોધનો વિચાર હવે તેને કરવાનો રહ્યો નહિ. ઓહ્મે કેવી રીતે કામ કરવા માંડ્યું તે આપણે જોઇએ. તેણે બિસ્મથ અને ત્રાંબાના બનેલા ઉષ્માવર્તુળમાર્ગનો ઉપયોગ કર્યો. એના એક જોડાણને બંધ વરાળની પેટીમાં રાખી તેણે તેનું ઉષ્મામાન ૧૦૦° સે. પર, અને બીજા છેડાને બરફની પેટીમાં બોળી રાખી તેનું ઉષ્મામાન તેણે ૦° અંશ સેન્ટિગ્રેડ પર કાયમ રાખ્યું. જોડાણની બહારના ભાગમાં ત્રાંબું બે ભાગમાં હતું અને તે દરેકના છેડા પારાના પ્યાલામાં બોળાયેલા રહેતા હતા (આકૃતિ ૯૫). પારા ભરેલા બંને પ્યાલાને જોડનાર તારના છેડાને તે પ્યાલાઓમાં બોળીને કે કાઢી લઇને તે પ્રવાહને ચાલુ કરી શકતો કે વહેતા પ્રવાહને બંધ કરી શકતો હતો.

વિજળી પેદા કરવાના સાધનથી પેદા થયેલા પ્રવાહને માપવા માટે ઓહ્મે સાધારણ રીતે વપરાતા પ્રવાહમાપકનો ઉપયોગ ન કરતાં તેને બદલે તેના એક મદદનીશે યોજેલા વળતુલા (ટૉર્ઝન બૅલેન્સ) પ્રકારના પ્રવાહમાપકનો ઉપયોગ કર્યો. એ યંત્રની ઉપલી બાજુ એક અંકિત પીતળનું ટોચકું હતું અને તેને જોડેલા ટીપીને ચપટા કરેલા પાંચ ઇંચ લાંબા તારથી એક લોહચુંબક સોય લટકતી રાખવામાં આવી હતી. પીત્તળના ટોચકાના ગોળ પરીઘપર એકસો એક-સરખા ભાગ બતાવનાર આંકા પાડવામાં આવ્યા હતા. અને એમ પાડેલાં દરેક આંકાના વળી પાછા ચાર ચાર નાના ભાગ પાડવામાં આવ્યા હતા. પ્રવાહમાપકના સિદ્ધાંતનો આમાં કાંઇક અંશે ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે, આવી ચુંબક સોયને ત્રાંબાના તાર નીચે મૂકી, તે તારમાં પ્રવાહ ચાલુ કરવામાં આવે છે કે તરત પ્રવાહના જોરે તે સોય તેની મૂળ સ્થિતિમાંથી ભમી જાય છે. એ સોયના ભમી

જવાના પ્રમાણુનો આધાર તેની પર અસર કરતા વિજળીના પ્રવાહના બળ ઉપર છે. આ યંત્રમાં ચુંબક સોયના ભમી જવાના અંતરનું માપ લેવાને બદલે, સોયના ભમવાની સાથે ભમી ગયેલા ઉપલા પીતળના ટોચકાને તેની મૂળ સ્થિતિ ૦° અંશ પર લાવવા માટે કેટલા આંકા ફેરવવું પડે છે તે પ્રત્યક્ષ જોવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિનો એક લાભ એ છે કે પ્રયોગ કરનારાઓના 'હાઉ' રૂપ અંગત અવલોકનના ભ્રમનું એમાં નિવારણ થાય છે.

ઓહ્મે તેના પ્રયોગમાં એક પછી એક સરખી જાડાઇના પણ ૨, ૪, ૬, ૧૦, ૧૮, ૩૪, ૬૬ અને ૧૩૦ ઇંચ લંબાઇના ત્રાંબાના તાર વાપર્યા. ૧૮૨૬ના જાન્યુઆરીની ૮ મી તારીખે તેણે કરેલા એક પ્રયોગનું પરિણામ નીચે મુજબ હતું:—

| ત્રાંબાના વાહકની લંબાઇ ઇંચમાં | ભમી ગયેલા ટોચકાને મૂળસ્થિતિમાં લાવતાં કેટલા આંકા તેને ફેરવવું પડ્યું. |
|---|---|
| ૨ | ૩૨૬¾ |
| ૪ | ૩૦૦¾ |
| ૬ | ૨૭૭¾ |
| ૧૦ | ૨૩૮¼ |
| ૧૮ | ૧૯૦¾ |
| ૩૪ | ૧૩૪½ |
| ૬૬ | ૮૩¼ |
| ૧૩૦ | ૪૮½ |

આ પ્રયોગને અંતે ઓહ્મ એવા નિર્ણય પર આવ્યો કે 'ઉપલા આંકડાઓને $ક્ષ = \frac{\ }{વ+ક્ષ}$ એ સારણીથી બહુ સંતોષકારક રીતે દર્શાવી શકાય છે. આ સારણીમાં ક્ષ પ્રવાહના વાહકની ચુંબક અસરનું પ્રમાણ બતાવે છે, ક્ષ' ત વાહકનો લંબાઇ બતાવે છે અને અ

તો નિઃસંદેહ વાત છે. દાખલા તરીકે ત્રાંબાના વાહકની લંબાઇ ૧૦ ઇંચ લેતાં

ક્ષ=$\frac{૭૨૮૫}{૨૦\frac{૧}{૪}+૧૦}=\frac{૭૨૮૫}{૩૦\frac{૧}{૪}}$=૨૪૦.૮૬ થાય છે. જ્યારે પ્રયોગથી તેની કિંમત ૨૩૮½ આવે છે. વળી ક્ષ'=૬ લેતાં ક્ષની ગણત્રીએ કિંમત ૨૭૭.૫૩ થાય છે જ્યારે પ્રયોગથી તે કિંમત ૨૭૭½ જેટલી થતી જણાય છે.

હવે પ્રયોગની ઉપાધિ અથવા પરિસ્થિતિમાં ફેર કરી ઓહ્મે પોતે મેળવેલા પરિણામને બરાબર સ્થિર અને સંગીન કર્યા. પ્રથમ તો તેણે ત્રાંબાને બદલે પીત્તળનાં વાહક વાપર્યાં અને બીજી પ્રયોગ હારમાળામાં ઉષ્માકોષના એક જોડાણને ૦° અંશે રાખી બીજાને ઓરડાની હવાને ઉષ્ણમાને રાખી પ્રયોગો કર્યા. અલબત્ત આમ કરવાથી પ્રવાહનું બળ તેમજ ઉત્તેજકબળ એ બનેમાં તેમજ અંતઃપ્રતિરોધમાં ફેર થયો છતાં પણ તેની સારણી બધા બદલાતા સંજોગોમાં પણ ખરાં પરિણામ આપતી જણાઇ.

હાલની વિજળિક બળની તમામ ગણત્રીઓના આધારરૂપ પ્રખ્યાત ઓહ્મના કાયદાની આ રીતે સ્થાપના થઇ. ઓહ્મે તેના પ્રયોગો શરૂ કર્યા ત્યારે પ્રવાહવિદ્યુતનો અભ્યાસ તેના ગુણધર્મની તપાસણીમાં જ ગમાયો હતો અને તે વિષયમાં ચોક્કસ સંખ્યા કે કિંમત નક્કી કરી ગણત્રીઓ કરવાનો ખ્યાલ ભાગ્યેજ લાગુ કરી શકાય એમ હતું. તેણે એ વિષયને જે સ્થિતિમાં મૂક્યો તે જોતાં પ્રવાહબળની, પ્રવાહને થતા પ્રતિરોધની તેમજ વિદ્યુદુત્તેજકબળની ચોક્કસ વ્યાખ્યાઓ, સ્પષ્ટ રૂપમાં મૂકવામાં આવી એટલુંજ નહિ, પણ તેમની વચ્ચેનો સંખ્યાસંબંધ આખરી સિદ્ધ રૂપમાં સ્થાપિત કરવામાં આવ્યો હતો. આ કાંઇ જેવી તેવી સિદ્ધિ નહતી

એ સિદ્ધિ ખરેખર બહુ સુંદર હતી, અને એક શાંત જર્મન તરફથી આવતી હોવાથી, તેના દેશને યશભાગી કરવા માટે શ્રેણીઃ જર્મનીના સંયુક્ત હર્ષનાદને તે પૂરો લાયક હતો, છતાં ખરી વાત શી છે? તેના કાર્યનો તેના દેશબંધુઓએ કેવો સત્કાર કરેલો છે?

### ૩ ઓહ્મે કરેલા કામનો કેવો સત્કાર થયો.

જર્મનીમાં શ્વાઇગર અને પૉગેનડોર્ફ જેવી વ્યક્તિઓને હાથે ચાલતાં વૈજ્ઞાનિક પત્રોમાં પોતે કરેલા પ્રયોગોની જાહેરાતો ઓહ્મ અવારનવાર આપ્યા કરતો હતો. એ જાહેરાતો તરફ વિજ્ઞાનીઓનું કંઇ ખાસ ધ્યાન ખેંચાયેલું જણાયું નહિ. ૧૮૨૭માં ઓહ્મ બર્લિન જવા માટે રજાની અરજી કરી અને તે મંજુર થતાં તે ત્યાં ગયો. ત્યાં પુસ્તકાલયની સવડ એટલી બધી સારી હતી કે તે પોતાના પ્રયોગો પૂરા કરી તેનાં પરિણામ પ્રસિદ્ધ કરી શકયો. આથી એજ વર્ષમાં 'ધ ગેલ્વેનિક ચેઇન મેથેમેટિકલી વર્કડ આઉટ' એ નામનું પુસ્તક બહાર પડયું. 'આદિ સિદ્ધાંતો'ના પરિપાક રૂપે, એટલે કે તેના પરથી તર્કસરણીએ પ્રાપ્ત થયેલા પરિણામ રૂપે તેના કાયદાને રજુ કરવાની બાબતમાં, એ પુસ્તક તેના આગલા લેખોની પૂરવણી રૂપ હતું.

એમ શા માટે થતું જોઇએ એ સમજવું અઘરું છે, છતાં ખરી વાત એમ બની છે કે તેના એ પુસ્તકનો કંઇ સારો સત્કાર ન થયો. સાધારણ માણસ કરતાં જેણે વધારે જાણવું જોઇએ તેવાં માણસોએ પણ તેની પૂરી ઉપેક્ષા કરી. કંઇક અંશે એ મુશ્કેલી ઉભી થવાનું કારણ એ હતું કે તેના પ્રયોગના પરિણામની જાહેરાત વાળા તેના લેખ બહુ જ થોડા આદમીઓના જોવામાં આવ્યા હતા. પરિણામે તેમને એ પુસ્તકમાં પ્રયોગોના સમર્થન વિનાનો માત્ર કલ્પનામય વિવાદ જોવામાં આવ્યો ત્યારે તેમને તે ચગડોળે ચડેલા.

કલ્પનાના પરિણામ જેવું જણાયું. એક ચર્ચકના અભિપ્રાયનું અવતરણ કરતાં 'ઓહ્મનો ગદ માત્ર નાગી કલ્પનાઓના જાળાં જેવો હતો, અને તથ્યરૂપ બનાવોના બહુ જ ઉપરચોટિયા અવલોકનથી પણ તેનું સમર્થન ભાગ્યે જ થઇ શકે એમ હતું. એ જ લેખક આગળ ચાલતાં જણાવે છે કે 'જે કોઇ આ દુનીઆને આદરની નજરે જોતો હશે તે તો આ પુસ્તકને અસાધ્ય ભ્રમનું પરિણામ જાણી તેનાથી દૂર રહી જશે, અને તેના પરની તમામ મહેનતને કુદરતના ગૌરવમાં ક્ષતિ કરનાર અથવા તેની માનહાનિ કરનાર ગણશે '

આવા પરિણામથી ઓહ્મને નીપજેલી નિરાશા બહુ કડવી અને ઉંડી હતી ખરા દિલના શિક્ષક તથા સત્યશોધક તરીકેની પ્રતિષ્ઠા જમાવતો તે કોલોનમાં નવ વર્ષોથી મથી રહ્યો હતો. તેનામાં વ્યાજબી મહત્વાકાંક્ષાઓ ખીલવા પામી હતી. વિદ્યાપીઠના અધ્યાપક થવાની તેને મહત્વકાંક્ષા હતી અને કુદરતી રીતે તેણે એમ વિચાર્યું હતું કે જે કામ પાછળ તે અત્યાર સુધી લાગ્યો રહ્યો હતો, તે ખોટાં ન ઠરાવી શકાય એવા પ્રયોગસિદ્ધ તથ્યોના પાયા પર રચેલું હોવાથી પોતાનું ઇષ્ટ લક્ષ્યબિંદુ પ્રાપ્ત કરવાનાં સફળ સાધન રૂપ થઇ શકશે એ કાર્ય પૂરું થતાં તે પ્રશંસાની આશા સેવી રહ્યો હતો ત્યાંતો પ્રશંસાને સ્થાને તેના પુસ્તક તરફ સંપૂર્ણ ઉદાસીનતા બતાવવામાં આવી એ સારામાં સારું પરિણામ ગણી શકાય કારણ કે ખુલ્લાં ગાળીપ્રદાન તથા ઉપહાસ એ તેને મળેલા અસત્કારનું ખરાબમાં ખરાબ રૂપ હતું.

પણ હજુ એથીય વધારે ખરાબ પરિણામ આવવું બાકી હતું. તેના ચર્ચકોમાં કોઇ શાળાખાતાનો અમલદાર હતો અને કાર્યને અંગે ઓહ્મ તેના સંસર્ગમાં આવ્યો હશે. આ આદમી હર

પ્રસંગે પ્રયોગસંપ્રદાયનો વિરોધી હતો અને ઓહ્મ સાથે મૂળથી જ તેને ગાંઠ પડેલી હોવાથી હવે તો તે તેના તરફ ખાસ વૈરવૃત્તિ દાખવતો થયો હતો. તેના એ વિરોધની અસર છેક કેળવણીના પ્રધાન સુધી પહોંચી અને સત્તાની રૂએ તેણે એવો ચોકકસ અભિપ્રાય જાહેર કર્યો કે, ' આવી ધર્મવિરોધી વાતો શીખવનાર ભૌતિક વિજ્ઞાની, વિજ્ઞાનના શિક્ષણ માટે નાલાયક છે.

આ પરેખર બહુ આકરો ઘા હતો. એથી ઓહ્મને એટલું બધું ઊંડું દુઃખ થયું કે પોતાના સ્વમાનને અનુરૂપ એવો એક જ માર્ગ તેણે ગ્રહણ કર્યો. તેણે કૉલેજની જગાનું રાજીનામું આપ્યું.

વિજ્ઞાનની દુનીઆમાં બહુ પ્રખ્યાતિ પામેલા, વિજ્ઞાનીઓના પ્રતિનિધિત્વવાળા દેશમાં, નિઃસંદેહ રીતે ગૂઢ મર્મોને સ્પર્શવાની શકિત ધરાવે એવી અને અર્થ સૂચક તથા અગત્ય ભર્યા મહાનિયમની શોધમાં પરિણમતી શોધોની હારમાળાનો, આવી શરમભરી ઉપેક્ષા અને ન્યાયની મહજ પ્રેરણાના આવા છડેચોક ભંગથી સત્કાર કરવાનું શકય થાય એથી આશ્ચર્ય થાય એ અનિવાર્ય છે. છતાં સત્ય હકીકત એવી છે કે હવે પછીનાં છ વર્ષ સુધી, પૂરા અન્યાયનો ભોગ થઇ પડેલો આ પુરુષ, માનવજાતિને વધારે ને વધારે લાભ કરે એવી પ્રવૃત્તિના ક્ષેત્રમાંથી બળજબરીએ બહાર ખેંચાઇ ગયો, અને બર્લિન શહેરમાં, એક અજાણ્યા ખૂણે અવારનવાર મળી આવતાં ખાનગી શિક્ષણના કામમાં રોકાયેલો રહેતો થયો. એ બધા સમય દરમિયાન, તેને મળી આવતાં ખાનગી શિક્ષણની કમાણી પરાંત, એક નિશાળમાં અઠવાડીઆના ત્રણ કલાક ગણિતનું શિક્ષણ આપવા બદલ મળતો બહુ જ જુજ વાર્ષિક પગાર એ તેની સ્થાયી અને ચોકકસ કમાણીનું એક માત્ર સાધન હતું.

## ૪. ઓહ્મની પાછલી કારકીર્દિ

સારેનશીએ સ્થિતિ એવી તો આંખો ચડે એવી તર્કવિરોધી હતી કે તે ઝાઝો સમય ભાગ્યે જ ટકી શકે. ઓહ્મે કરેલું કામ ખરે જ સંગીન હતું અને તે છાપેલું પડ્યું હતું. તેણે કરેલું કામ વહેલું મોડું પણ વિજ્ઞાની દુનીઆના ધ્યાનનો વિષય થવા બંધાયેલું હતું. ધીમે ધીમે તેને વિષે વાતો થવા લાગી. ઓહ્મ ખૂણે પડેલો હોવા છતાં તદ્દન ભૂલાઇ ગયો નહતો એ સુભાગ્યની વાત હતી. વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાંથી મળેલા આ છ વર્ષના દેશવટા દરમિયાન, તેના નામ માથેના લેખો અત્તાર નત્તાર શાળગરના પત્રમાં દેખા દેતા હતા. તે બહુ અલ્પ અગત્યના હતા છતાં પણ બીજું કાંઇ નહિ તો તેને અણુધટતો અપયશ અપાવનાર તેની કૃતિમાં રહેલી કિંમતની શક્યતા વિષે અહિલન ચાલુ કરવાના કામમાં મદદગાર થયા હતા.

ઓહ્મના કાર્યની પહેલી કદર પરદેશમાં થઇ એ જર્મની માટે યશસ્વું ન જ ગણાય. રશિયામાં લેન્ટઝ, ઇંગ્લેંડમાં વ્હીટસ્ટોન તથા અમેરિકામાં જોસેફ હેન્રી જેવા મોટા પુરૂષો બધા પ્રવાહવિદ્યુતના પ્રશ્નોના ઉકેલમાં કામે લાગ્યા હતા એટલે ઓહ્મની શોધખોળોની વાત, વહેલી મોડી પણ તેમને કાને જાય એ તો અનિવાર્ય જ હતું. ૧૮૩૩ માં ડૉ. બેકને હેન્રીએ પૂછ્યું ' તમે મને ઓહ્મના વાદ વિષે માહિતી આપી શકો એમ છો ? એ માહિતી કયાંથી મળી શકે ? ' પણ ડૉ. બેક તેને તે વિષે કાંઇ જ માહિતી આપી શક્યો નહિ. આખરે ૧૮૩૭ માં હેન્રી ઇંગ્લેંડની મુલાકાતે ગયો ત્યારે જ તે શોધી રહ્યો હતો તે માહિતી તેને મળી.

૧૮૩૩ માં ઓહ્મની દશા બદલાઇ. બાવેરિયાના રાજ્યમાં ન્યુરેમ્બર્ગની પૉલીટેકનિક શાળામાં તેને જગા મળી, અને હવે કાંઇક

વધારે પ્રમાણમાં તેના ભાવીનો સામનો કરવા તે શક્તિવાન થયો. ખરેખર હવે તેની ચઢતી કળાનો દિવસ સમીપમાં હતો. તેના પોતાના દેશમાં પૉગેન્ડૉર્ફ અને ફેકનર તેણે કરેલા કામની ખરી કિંમત બતાવવા મથી રહ્યા હતા, પણ પરદેશમાં અને ખાસ કરીને ઇંગ્લૅંડમાં તો હવે ખૂબ વિશાળ પ્રસિદ્ધિ પામેલી તેની શોધખોળની મુક્તકંઠે પ્રશંસા થવા લાગી હતી.

આખરે ૧૮૪૧માં તેના યશની પરાકાષ્ટાનો સમય આવી લાગ્યો. હવે તો સુવિખ્યાત થયેલા તેના કાયદાની શોધથી વિજ્ઞાનને થએલી મશહૂર સેવાઓની કદરમાં વિલાયતની રૉયલ સોસાઇટી તરફથી તેને 'કૉપ્લી ચાંદ' એનાયત કરવામાં આવ્યો. દુનીઆ ભરના વિજ્ઞાનીઓ જેને માટે ખૂબ તલપ રાખે છે તે માન પોતાને પરદેશ તરફથી મળ્યું તેની ઓહ્મ પર બહુ ઊંડી અસર થઇ. તેને માટે એ બહુ ગર્વનો અવસર હતો, અને તેના દેશબંધુઓને હાથે તેને જે જે કાંઇ ખમવું પડતું હતું તેનો એથી એને બેશક બદલો મળી ગયો. એનાથી એને આગળ વધારે ને વધારે કામ કરવાની પ્રેરણા મળી, અને વધારે જોમ તથા ઉત્સાહથી પોતાની શોધખોળનું કામ આગળ ધપાવવાનો તેણે નિશ્ચય કર્યો.

હવે પછીનાં થોડાં વર્ષ ઓહ્મ સ્થિરતાથી કામ કરતો રહ્યો. અને જો કે તે અરસામાં તેણે કરેલા કામનો મોટો ભાગ વિજ્ઞાન ક્ષેત્રની શોધખોળની બહારનો હતો, છતાં તે કાંઇ ઓછો ઉપયોગી નહતો. ધ્વનિના ક્ષેત્રમાં તેણે કરેલું કામ ખાસ કિંમતિ હતું, કારણ કે તેમાં 'સાયરન' યંત્રના વાદનો તથા કાનમાં થતા ધ્વનિના પૃથક્કરણના વિષયના નિબંધનો સમાવેશ થતો હતો. 'અણુભૌતિક શાસ્ત્ર'માં (મોલેક્યુર ફીઝિક્સ) શોધખોળ કરવાની તેણે ગંભીર રીતે વિચારેલી મોટી યોજનાની તેણે શરૂઆત કરી

હતી. તેમાં આકાશી પદાર્થોના યંત્રશાસ્ત્રના સમાંતર વિષયના અભ્યાસમાં સર આઇઝાક ન્યુટનની બરાબરી કરવાનો તેનો ઇરાદો હતો. પણ તે યોજના પરિપક્વ ન થવા પામી. ૧૮૪૯ માં મ્યુનીકના વિદ્યાપીઠમાં અધ્યાપક તરીકેની નીમણોકના રૂપમાં તેના પોતાના દેશે કરેલી તેની કદરનું પહેલું અને ખરું નિશાન તેને મળ્યું. એ જગાને અંગે તેને ભાગ આવેલાં વિવિધ કામોમાંથી તેને પોતાની હોદ્દા બહારનાં કામ કરવાનો પરવાર ભાગ્યે જ મળે એમ હતું.

આ નીમણોક ઓહ્મના જીવનમાં કાંઇ જેવો તેવો બનાવ નહોતો. એક દિવસ વિદ્યાપીઠના અધ્યાપક થવું એ તેનું મહાસ્વપ્ન હતું અને એ મહત્વાકાંક્ષા એ કદી ભૂલ્યો નહતો. હવે આખરે સાઠ વર્ષની ઉમરે પણ તેનું સ્વપ્ન ફળ્યું. ધારેલું પદ મેળવવા તે શક્તિવાન થયો. આખી વિજ્ઞાની દુનીઆમાં તેનું નામ આદરપાત્ર બની રહ્યું. તેના સહકર્મચારીઓનું 'માન તથા તેના વિદ્યાર્થીઓનો પ્રેમ સંપાદન કરવામાં તે સફળ થયો અને તેથી તેને પરમસંતોષ થયો.

તેનાં કામ વધતાં ગયાં. પુસ્તકાલય તથા સંગ્રહસ્થાનનો હવાલો તેને હાથે આવ્યો અને તાર ખાતાનો તે સલાહકાર નીમાયો. આ બધામાંથી જે કાંઇ વખત ફાજલ પડતો તેનો ઉપયોગ ભૌતિક વિજ્ઞાનનું પાઠ્ય પુસ્તક લખવામાં તે કરતો.

જાત જાતની ફરમાશોના રૂપમાં તેની વધારે ને વધારે કદર થતી રહી, પણ તેથી તે છકી ન ગયો. તે જીવનની નવી નવી રાહોનો, કે મિજલસ, મહેફિલો, પદ્દી કે ખાસ્રી ટહારનો શોખીન કદી હતો જ નહિ એટલે અંતકાળ સુધી તે સાદો, શાંત અને સત્યપ્રેમ વિજ્ઞાની જ રહ્યો. તે કદે ઠીંગણો અને ગદલમદલ હતો. અને

દેખાવે માયાળુ અને નિવૃત્તિપ્રિય હતો. વગર બોલાવ્યો તે ભાગ્યે જ કોઇ જોડે બોલતો. તે એકલો અને અવિવાહિત રહી સંતોષી જીવન ગુજારતો હતો. તેના સહકર્મચારીઓ તથા ચર્ચકો સાથે તે આચારમાં અતિશય વિનયી અને વિચારમાં પણ ઉદાર હતો. લગભગ છેક છેલ્લા દિવસો સુધી પોતાના હોદ્દાનું કામ કરતો તે ૧૮૫૪ માં મરણ પામ્યો.

અમે આગળ નિર્દેશ કરી ગયા છીએ કે ૧૮૮૧ માં પારિસમાં એકત્ર થયેલી વિજળીકોની આંતરરાષ્ટ્રીય પરિષદે વિજળીના પ્રવાહના વ્યવહારૂ એકમને ' એમ્પીયર ' એ નામ આપી એમ્પીઅરની યાદદાસ્તને માન આપ્યું હતું. એજ પરિષદ્ વિજળિક પ્રવાહના પ્રતિરોધના વ્યવહારૂ એકમને 'ઓહ્મ'નું નામ આપી જ્યૉર્જ સાયમન ઓહ્મની યાદદાસ્તને એમ્પીઅરના જેવું જ માન આપે એ તદ્દન યોગ્ય જ હતું.

૧૮૮૯ માં એટલે કે તેના જન્મ પછી એકસો વર્ષે મ્યુનીકની ' રૉયલ બાવેરિયન એકેડેમી ઑફ સાયન્સીઝ ' નામની સંસ્થાએ ઓહ્મની ભવ્ય સેવાઓના સન્માનને અર્થે વિજ્ઞાનીઓનું એક ખાસ સંમેલન ભર્યું હતું. તે પ્રસંગે પ્રોફેસર ઇ. ફોન લામેલે આપેલા વ્યાખ્યાનમાંના નીચેના સુંદર ફકરાનું અવતરણ કરી આ પ્રકરણને બંધ કરીએ, એજ તેમ કરવાની આશામાં સારી રીત છે.

' વિજ્ઞાનીનાં પરાક્રમો તેણે વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં કરેલી શોધખોળ છે. એકવાર શોધાયેલું સત્ય, અભ્યાસ કે પ્રયોગશાળામાં બંધિયાર રહી શકતું નથી. યોગ્ય ક્ષણ આવતાં તે તેના સાંકડા બંધ તોડી નાખે છે અને જીવનના ઝડપી ધબકારામાં મળી જાય છે. એકાંતમાં, જ્ઞાન પ્રાપ્તિની નિઃસ્વાર્થ રસાકસીમાં, વિજ્ઞાનના શુદ્ધ પ્રેમમાં જે કોઇ સત્ય શોધાય છે તે ઘણીવાર આપણી જાતિની સંસ્કૃતિની પ્રગ-

તેમાં એક મહાન બળવાન ઉચ્ચાલન રૂપ થઇ પડે છે. આશરે સો વર્ષ પર બે ધાતુઓના સ્પર્શની અસર નીચે ગેલ્વેનિએ દેડકાના પગ ખેંચાતા જોયા, ત્યારે કોને એવો ખ્યાલ સુદ્ધાં આવ્યો હતો કે એ ખેંચાવાના કારણ રૂપ કુદરતનું બળ, માણસના વિચારોને દૂરના દેશોમાં વિજળી વેગે અને મહાસાગરોના પાણી નીચે રહી મોકલી આપશે અને બોલાયેલા શબ્દના અવાજને બહુ દૂર સંભળાય એમ કરશે ? કુદરતનું આ બળ, અવિશ્રાંત શોધખોળોથી માણસ તેમાં ખૂબ વધારો કરતાં શીખે, ત્યારે આપણી રાત્રિઓને વિષે સૂર્ય સમો પ્રકાશ પાડશે. વિદ્યુદ્ઉદ્યોગની આ મહાન ખીલવણી ઓહ્મના કાયદાના દૃઢ પાયાને લીધે જ થવી સંભવી છે કારણ કે કુદરતના બળના કાયદાને પૂરી રીતે સમજનારો આદમી જ તેની પર કાબુ રાખી શકે છે. લાંબા સમય સુધી ગુપ્ત પડી રહેલા રહસ્યને કુદરત પાસેથી બળજબરીએ મેળવી ઓહ્મે તેના રાજ્યનો દંડ હાલની પેઢીના હાથમાં મૂક્યો છે. ’

---

# માઇકેલ ફૅરેડે

## ૧. બાલ્યાવસ્થા

તેના જીવનમાં એવી બે બાબતો હતી જેથી આપણને ખરેખર નવાઈ લાગે છે કે માઇકલ ફૅરેડે જેવો થયો તેવો થઇજ કેમ શક્યો. પહેલી બાબત હતી તેની માતાપિતાની સ્થિતિ. માઇકેલ ફૅરેડેનો નિકટનો મિત્ર સ્વ. પ્રોફેસર જૉન ટીન્ડૉલ આપણને કહે છે કેઃ—

'મને પરંપરા પ્રાપ્ત અથવા પેઢી ઉતાર ગુણોના સિદ્ધાંતના એકંદર સત્યમાં શ્રદ્ધા છે તથા ખરેખરી શક્તિશાલી વ્યક્તિ તદ્દન મૂઢ માતપિતાથી પેદા થતી નથી એવા કાર્યાફલના મત જોડે મળતો થતો હોવાથી, ફૅરેડે જોડેના ગાઢ અને નિકટ પરિચયના ખાસ અધિકારનો ઉપયોગ કરી, તેના માતાપિતામાં અસાધારણ બુદ્ધિનાં કાંઇપણ ચિન્હ જોવામાં આવેલાં કે કેમ એવો પ્રશ્ન મેં તેને પૂછ્યો. તે એવું એકે લક્ષણ યાદ કરી શક્યો નહતો.'

બીજી બાબત એ છે કે તેની આખી કારકીર્દિ દરમિયાન તેને ગણિતનું નહિ જેવુંજ જ્ઞાન હતું. તે ગણિતવેત્તા નહતો અને તેણે એક વાર આપવડાઇમાં કહેલું કે બેબેજના ગણત્રી કરનાર યંત્રનો હાથો તેણે ફેરવ્યો હતો તે અપવાદ સિવાય તેની આખી જીંદગીમાં તેણે એકે ગણિતની ગણત્રી કરી નહતી.

આ બીજી હકીકત ખરેખર બહુજ જાણવા જેવી છે. કારણકે ગણિતનું જ્ઞાન, પછી તે બહુ સ્વલ્પ હોય તો પણ ભૌતિકવિજ્ઞાનીને બહુ અદ્દભુત સહાય કરનારું શસ્ત્ર થઇ પડે છે. આમ છતાં પણ ફૅરેડેની બુદ્ધિ એવી તો ઝળકતી હતી કે તેના મનને એ

સાધનની અપેક્ષા રહેતી નહની. તે ખરેખર એક સિદ્ધહસ્ત પ્રયોજક હતો. ગણિતને આધારે અમુક વાદની કલ્પના કરી, તે વાદને પ્રયોગની કસોટી સફળતાથી લાગુ પાડનારા પ્રયોજકો થયેલા છે. કોઇ પણ જાતના વાદથી શરૂઆત કર્યા વગર, ધીરજથી ઉપરા-ઉપરી પ્રયોગો કરી તેનાં પરિણામો ઉપજાવી, તે પરિણામોની આકડાવારી ઉપરથી મહાન સત્યોને સ્થાપનારા બીજા કેટલાક પ્રયોજકો પણ થઇ ગયેલા છે. પણ ફૅરેડે આ બે વર્ગોમાંના એકમાં પણ આવી જતો નથી. એનામાં કોઇ અકળ સહજ પ્રેરણા હતી, અને તે વખતો વખત તેને કોઇ ભૌતિક સત્યની શક્યતાનું સૂચન કરતી અને તેમ થતાં તે એકદમ તે બાબતને પ્રયોગશાળાની કસોટી લાગુ પાડવા માંડતો અને તેમાં લગભગ હમેશાં તેને આશ્ચર્યકારક સફળતા મળતી.

માઇકેલ, એક સાધારણ કુટુંબના અને રોજથી કામ કરનાર લુહારનો ધંધો કરતા યૉર્કશાયરવાસી જેમ્સ ફૅરેડેનો પુત્ર હતો. ૧૭૮૬ માં જેમ્સ ફૅરેડેએ માર્ગેરેટ હેસ્ટવેલ નામની એક ખેડુતની પુત્રી સાથે લગ્ન કર્યું હતું અને ત્યાર પછી થોડા સમયમાં એ જોડું સ્થાનાંતર કરી લંડન ગયું હતું, અને થોડો સમય ન્યુઇંગ્ટનમાં રહ્યું હતું. અહીં તેમને ચાર સંતાન થયાં હતાં અને તેમાં ૧૭૯૧ના સપ્ટેંબરની ૨૨મી તારીખે જન્મેલા માઇકેલની સંખ્યા ત્રીજી હતી. તેની મા તદ્દન નિરક્ષર બાઇ હતી, પણ કેળવણીની ઉણપ તે સફાઇ, કરકસર તથા માયાળુપણાથી પૂરી કરતી હતી, અને પરિણામે પોતાના ચાલુ સંજોગોને અનુસરી તે છોકરાંઓની બની શકે તેટલી વધારેમાં વધારે માવજત કરતી હતી.

રકેવેઅરના ચાર્લ્સ સ્ટ્રીટમાં જેકબ્સ વેલમ્યુઝના ઘોડાગાડીના ડહેલા ઉપર આવેલા ઓરડાઓમાં રહેવા ગયાં. ઉપરાઉપરી આવતી માંદગીથી જેમ્સ ફેરેડેની તબીયત નાદુરસ્ત રહેતી હતી. ઓગણીસમા સૈકાની શરૂઆતમાં ,ભારે ઔદ્યોગિક મંદી આવેલી હતી એટલે આ બંને કારણોને લઇ ફેરેડે કુટુંબની દશા બહુ બુરી અને મુશ્કેલી ભરી થઇ પડી હતી. માઇકલનો મુખ્ય જીવન કથાકાર ડૉ. બેન્સ જોન્સ કહે છે કે ' અનાજની કિંમત ૯ પાઉન્ડના ક્વૉર્ટર જેટલી ચઢી ગઇ, ત્યારે માઇકલના કુટુંબને જાહેર રાહત લેવાનો વખત આવ્યો અને તે વખતે માઇકલને ભાગ એક રોટલો આવતો અને તે તેને એક અઠવાડીઉં ચલાવવો પડતો. '

આવા વાતાવરણમાં માઇકલ ઉછરી મોટો થયો હતો. એના સંજોગો આથી પણ ખરાબ હોત, કારણકે હજુ તો તેને રહેવા ઘર હતું અને ફેરેડે કુટુંબ સંયુક્ત હતું. આમ ફેરેડે લંડનની સડકો પર ભમતા જણાતા સરાસરી છોકરાનું જીવન જીવતો હતો. તે લખે છે કે ' મારી કેળવણી બહુજ સાધારણ પ્રકારની હતી અને તેમાં સાધારણ શાળામાં શીખવાતાં વાંચન-લેખન તથા ગણિતનાં મૂળ તત્ત્વોનો જ સમાવેશ થતો હતો. નિશાળના સમયની બહારનો મારો વખત ઘર અને શહેરના રસ્તાઓમાં પસાર થતો હતો. ' કાંઇ ખાસ મહત્વાકાંક્ષા કે શક્તિનું સૂચન થાય એવું કોઇપણ ખાસ લક્ષણ તેના જીવનના આ સમયે તેનામાં હોવાનું જણાયાનું જાણમાં નથી. તે માત્ર સરાસરી શક્તિ ધરાવતો હતો, પણ એમ થવાનું કારણ તેને યોગ્ય તક નહિ મળેલી એજ માત્ર હતું એ નિઃસંદેહ વાત છે.

તેર વર્ષની વયે મી. જ્યૉર્જ રીબો નામના એક ચોપડીઓ વેચનાર તથા બાંધનારે તેને ચીઠી ચપાટી લઇ જવા લાવવાના કામ

પર રાખ્યો, ત્યારે લંડનની સડકોની પારની દુનીઆનો સ્વાદ તેણે પહેલી જ વાર ચાખ્યો મી રીબોની અનેક પ્રવૃત્તિઓમાંની એક વિવિધ જાતનાં પત્રો ભાડે આપવાની હતી અને માઇકલ એ બધાં પહોંચાડી આવતો તથા પાછા એકઠાં કરતો પોતાના કામથી તેણે તેના શેઠને એવો તો સંતોષ આપ્યો કે તેને નોકરીએ રાખ્યા પછી એક વર્ષે જ ૧૮૦૫ માં મી રીબોએ કોઇ પણ જાતની બાહ્યધરીની કે બદલાની રકમ લીધા વગર ચોપડીઓ બાંધવાના ધંધામાં તેને શીખાઉ ઉમેદવાર તરીકે લીધો આથી પહેલી જ વાર માઇકલ પુસ્તકોના નિકટ પરિચયમાં આવ્યો અને સારે નસીબે આવી તકનો વધારેમાં વધારે લાભ ઉઠાવવા માટે માઇકલને કોઇના ઉત્તેજનની જરૂર નહતી એ કિશોર માં જન્મસિદ્ધ તીવ્ર બુદ્ધિ હતી, અને તેની પાસે બાંધવા માટે આવેલી ' ઇમ્પ્રુવમેન્ટ ઑફ ધ માઇન્ડ ' નામની વૉટની ચોપડીની તેના મન પર બહુ જબરી અસર થઇ ત્યાર પછી તેણે મીસીસ્ માર્સેટનું ' કોન્વર્સેશન્સ ઑન કેમિસ્ટ્રી ' એ પુસ્તક વાંચી નાખ્યું અને પોતે ફરી બાંધતો હતો તે ' એન્સાઇક્લોપીડિયા બ્રિટેનિકા 'માંનો ' વિજળી ' એ વિષય પરનો લેખ પણ તેણે વાંચી નાખ્યો અને પરિણામે વિજ્ઞાનના તથ્યોનો અભ્યાસ કરવાનો ન રોકી શકાય એવો શોખ તેના દિલમાં પ્રકટયો.

જે કાંઇ થોડા પેન્સ તે બચાવી શકતો તે, ઘેર કરી શકાય એવા પ્રયોગોનાં સાધનો મેળવવામાં તે ખર્ચતો હતો તેને વધારે મદદની તથા શિક્ષણની જરૂર જણાઇ, પણ તે મેળવવાં કેવી રીતે ? વ્યવસ્થિત સાયવર્ગોનો તે જમાનો નહતો, પણ એ દિશામાં જાહેર જુસ્સાની ઉણપ કાંઇક અંશે ખાનગી સાહસથી પૂરી પડતી હતી ફૅરેડે ઓગણીસ વર્ષનો થયો ત્યારે એક દુકાનની બારી પર તેણે એક જાહેર ખબર જોઇ. તેમાં એવું જાહેર કરેલું

હતું કે ફ્લીટસ્ટ્રીટમાં, ડોર્સેટ સ્ટ્રીટના મી. ટેટમ નામના આદમીએ અઠવાયીઆના અમુક અમુક દિવસે સાંજના આઠ વાગે પોતાના ખાનગી મકાને કુદરતના તત્ત્વજ્ઞાનના વિષય પર વ્યાખ્યાનની હારમાળા આપવાની વ્યવસ્થા કરેલી છે, અને તેમાં હાજરી આપવા ઇચ્છનારે વ્યાખ્યાન દીઠ એક શિલીંગ આપવો પડશે. ટાંચી કમાણી-વાળા માઇકલને માટે એ રકમ બહુ મોટી હતી, પણ પોતાના પિતાની પેઠે હવે લુહારનું કામ કરતા થયેલા તેના મોટાભાઇ રોબર્ટની મદદથી તે જોઇતી રકમ ઉભી કરવા શકિતવાન થયો અને તેમ કરી તેણે એ વ્યાખ્યાનોમાં હાજરી આપી.

બીજા એક સંજોગથી પણ તેને તેના જ્ઞાન મેળવવાના કાર્યમાં ખુબ મદદ મળી. મી. રીબોના ઘરમાં ફ્રાંસથી નાસેડે આવેલો મ. મારકરીઅર નામનો એક ચિત્રકાર આશ્રિત તરીકે રહેતો હતો. માઇકલને ચિત્રકળાનો શોખ બતાવતો જોઇ એ ગૃહસ્થને બહુ આનંદ થયો અને સૂચનાઓ આપીને તથા મી. ટેલરનું ' પરપેં-ક્ટિવ ' એ પુસ્તક તેને વાંચવા આપીને તેણે તેને ઉત્તેજન આપ્યું. આને પરિણામે મી. ટેટમનાં વ્યાખ્યાનોની કાળજીભરી નોંધ તેણે લખવા માંડી, ત્યારે તેમાં સારી પેઠે ચિત્રો આલેખવા અને તે વ્યાખ્યાનો પૂરાં થયાં, ત્યારે તેની નોંધને ચાર ભાગમાં બાંધી તૈયાર કરવા તે શકિતવાન થયો.

આ વ્યાખ્યાનક્રમથી ફેરેડેને વિજ્ઞાનની માહીતિ મેળવવાથી આનંદ થયો એટલું જ નહિ પણ એવા જ શોખવાળા બીજા આદમીઓના સંસર્ગમાં તે આવ્યો. આવી રીતે અનેક મૈત્રીઓ બાંધી, પણ સાથે સાથે તેનામાં એક પ્રકારની અજંપાની લાગણી પેદા થઇ. એક વર્ષ પહેલાં કમાણીની આશાથી મનભાવતો જણાતો ચોપડીઓ બાંધવાનો ધંધો તેને હવે વધારે ને વધારે અકારો લાગતો ગયો. વિજ્ઞાનનો આદેશ તેને સંભળાઇ ચુકયો હતો.

## ૨ ફૅરેડે અને ડેવી

પછી તેના જીવનને પલટો આપનાર એક નાનો સરખો બનાવ બન્યો. મી. રીબોના ઘરાકોમાં રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનનો મી. ડેન્સ નામનો એક સભ્ય હતો. પુસ્તકની દુકાને વારંવાર આવતાં, આ ગૃહસ્થને ફૅરેડેના વિજ્ઞાનના શોખની જાણ થઇ હતી એટલે રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનમાં સર હંફ્રી ડેવી જે વ્યાખ્યાનમાળા પૂરી કરવાની તૈયારીમાં હતો તેનાં છેલ્લાં ચાર વ્યાખ્યાનોમાં હાજર રહેવાનું માઇકલને નિમંત્રણ આપવાનો તેણે નિશ્ચય કર્યો. એ વ્યાખ્યાનોથી ફૅરેડેને અવનવા આનંદનો અનુભવ થયો અને પોતાનો ધંધો છોડી વિજ્ઞાનની સેવામાં લાગી જવાની તેની આતુરતા બહુ વધી ગઇ, પણ એ કરવું કેવી રીતે? પોતાના મનના મનોરથ પૂરા કરવામાં મદદ કરે એવું કોઇ તેની જાણમાં નહતું. તેની ઉમેદવારીની મુદત લગભગ પૂરી થવા આવી હતી એટલે હવે કાંઇ તો કરવું જ જોઇશે એમ તેને લાગતું હતું. બાલિશતા ભરી અનાયતામાં તેણે રૉયલ સોસાઇટીના પ્રમુખને એક પત્ર લખ્યો. તે પત્ર બહુ જલદીથી તેની રદ્દી કાગળની ટોપલીમાં ગયો હશે એ નિઃસંદેહ વાત છે.

અસંતુષ્ટ તથા ખિન્ન હૃદયવાળા માઇકલની ઉમેદવારીની મુદત પૂરી થઇ. ૧૮૧૨ ના ઑક્ટોબરની ૮ મી તારીખે તે ચોપડીઓ બાંધવાના ધંધામાં પૂરો પ્રવીણ થઇ નવી પાંખે ઉડનાર પંખી જેવો તૈયાર થયો તે વખતે તેની ઉમર બરાબર એકવીસ વર્ષની થઇ હતી. તેને નોકરીએ રાખનાર શેઠની બાબતમાં તે બહુ નસીબદાર ન થયો, કારણ કે તે બહુ રાશી સ્વભાવનો ફ્રેંચ હતો અને તેને કામ કરવાનો સમય એટલો બધો લાગ્યો હતો કે તેના શોખના વિજ્ઞાનના વિષયના અભ્યાસ માટે તેને જરા પણ ફાજલ વખત મળતો

નહતો. ધંધો અને ધંધાનું વાતાવરણ તેને વધારે ને વધારે અકારાં લાગતાં જતાં હતાં. અણગમો પેદા કરે એવા એ વાતાવરણમાંથી છુટવા માટે એક વધારે યત્ન કરવો જોઇશે એમ તેને લાગ્યું.

પછી તેને એક મજાનો ઉટરો સુઝી આવ્યો. તેને લઇ આખરે તે તેના ઇષ્ટ લક્ષ્યબિંદુએ પહોંચવામાં સફળ થયો. હંફ્રી ડેવીને પોતાને જ કાં ન લખવું ?

' હું જેને અવગુણ અને સ્વાર્થ ભર્યો માનું છું તે ધંધામાંથી નાશી છુટી મારી કલ્પના મુજબ, પોતાના વ્યાસંગમાં લાગ્યા રહેનારને મળતાવડા અને ઉદાર બનાવનાર વિજ્ઞાનની સેવામાં દાખલ થવાની ઇચ્છાએ આખરે મને સર હંફ્રી ડેવીને જ સીધો પત્ર લખવાનું સાદું પણ હિંમતભર્યું પગલું ભરવા લલચાવ્યો. એ પત્રમાં મેં એવી રીતની મારી ઇચ્છાઓ અને આશાઓ દર્શાવી કે યોગ્ય તક મળે તો તેઓ મારા ખ્યાલને અનુકુળ થાય. એ પત્રની સાથે સાથે તેમના વ્યાખ્યાનની મેં લીધેલી નોંધ પણ મેં રવાના કરી. '

એ તો સ્પષ્ટ છે કે તે પત્રે ડેવી પર કાંઇ અસર કરી ખરી. એની આગ્રહ ભરી વિનંતિમાં ખરાદિલીનો રણકો હતો અને તેણે મોકલેલી વ્યાખ્યાનની નોંધ તેની શક્તિની પ્રતીતિ કરાવતી હતી. મહાન રાજનીતીકાર મી. પેપીસના વંશ જ અને લંડન ઇન્સ્ટિટયુશનના મૂળ વ્યવસ્થાપકોમાંના એક પ્રખ્યાત મી. પેપીસની ડેવીએ એ પત્રની બાબતમાં સલાહ લીધી. તેણે કહ્યું ' પેપીસ મારે કરવું શું ? ફેરેડે નામના એક યુવાનનો મારી પર પત્ર છે. તે મારાં વ્યાખ્યાનોમાં હાજરી આપે છે અને રૉયલ ઇન્સ્ટિટયુશનમાં હું એને કાંઇ નોકરીએ રાખું એવી એ માગણી કરે છે. હું શું કરી શકું ? ' પેપીસે જવાબ આપ્યો ' શું કરી શકું ? એને શીશીઓ

ધોવા ગમ્ય જો એ કાંઇ પણ કરવા લાયક હશે તો તે એ કામ તુરત સ્વીકારશે. એ કામ કરવાની એ ના પાડે તો એ કોડી કામનો નથી એમ માની લેજો.' ડેવીએ જવાબ આપ્યો. 'નહિ, નહિ, એનાથી વધારે સારું કામ આપી આપણે તેનો કસ કાઢવો જોઇએ.'

આનંદ પામેલા માઇકેલે એક દિવસ પોતાના ઘર આગળ ડેવીને પોતાની ગાંડીમાં બેસી આવતો અને નીચે મુજબનો પત્ર પોતાના હાથમાં આપતો જોયો એ પ્રસંગ આવી રીતે ઉભો થયો હતો

'સાહેબ,

તમારા મારી પરના વિશ્વાસના તમે આપેલા પુરાવાથી હું નાખુશ થયો નથી, તેમાં તમે ખૂબ ઉત્સાહ, સ્મરણ શકિત તથા એકાગ્રતા બતાવેલા છે. મારે શહેરની બહાર જવાનું થયુ છે અને જાન્યુઆરીના અંત સુધી હું પાછો અહીં ઠરી ઠામ બેસી શકુ એમ નથી. ત્યાર બાદ તમે કહેશો તે સમયે હું તમને મળીશ હુ તમારી કાંઇ પણ સેવા બજાવી શકીશ તો તેથી મને સંતોષ થશે હું ઇચ્છું છું કે તેમ કરવુ મારા હાથમાં હોય.

હુ છું, સાહેબ,
તમારો આજ્ઞાંકિત નમ્ર સેવક
ડેવી

નશીબ જોગે બન્યું પણ એવું જ કે આ બનાવ પછી થોડે સમયે રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનની પ્રયોગ શાળામાં પ્રયોગ મંદિરના મદદ નીશની જગા ખાલી પડી અને ડેવીએ ફેરેડેને તેડાવ્યો અમે હમ-ાં જ જે પત્રમાંથી અવતરણ કરેલું છે તે ડૉ. પેરિસને લખેલા નમાં ફેરેડે એ મુલાકાતની બાબતમાં લખે છે કે—

'વૈજ્ઞાનિક કામગીરિ આપવાની બાબતમાં મારી ઇચ્છાને

સંતોષતાં તેણે અને મારી આગળ વધવાની આશાઓ છોડી નહિ દેવાની સલાહ આપી, અને તે એમ કહીને કે વિજ્ઞાન એ બહુ કઠણ કાળજાની માશુક છે, અને તેની ઉપાસનામાં એકાગ્ર થનારને દ્રવ્ય પ્રાપ્તિના દૃષ્ટિબિંદુએ તે બહુ જ ઓછો બદલો આપે છે. તત્વજ્ઞોમાં ઊંચા પ્રકારની નૈતિકભાવનાઓ હોય છે એવા મારા ખ્યાલને હસી કાઢતાં તેણે કહ્યું કે એ બાબતમાં ઠેકાણે લાવવા માટે તે મને થોડા વર્ષના અનુભવ પર છોડવાનું પસંદ કરે છે.'

આખરે રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનના વ્યવસ્થાપકોની ૧૮૧૩ ના માર્ચની ૧ લી તારીખે મળેલી સભામાં એવો ઠરાવ કરવામાં આવ્યો કે 'મી. પેઇન જે જગા પર હતા તેજ જગા તેજ શરતોથી માઇ-કલ ફેરેડેથી પૂરવી.'

ફેરેડેનું કામ બહુ હલકું હતું છતાં તે બહુ સુખી હતો. તેનો જોઇતી તક મળી ગઇ હતી. તેનું મુખ્ય કામ વ્યાખ્યાનકારોને મદદ કરવાનું તથા ઉપકરણો અને પ્રયોગમંદિરને સાફસુફ રાખવાનું હતું. એ મકાનની ટોચે તેને રહેવાની ઓરડી આપવામાં આવી હતી અને અઠવાડીઆના પચ્ચીસ શિલિંગનો પગાર તેને બાંધી આપવામાં આવ્યો હતો. બહુજ થોડા સમયમાં વધારે સારું કામ કરવાની શક્તિ તેણે બતાવી અને થોડાજ સમયમાં નાના નાના પ્રયોગોમાં, શરૂઆતમાં રસાયનના પ્રયોગોમાં તે મદદ કરવા લાગ્યો તથા ડેવીના મુનશી તરીકે કામ કરતો થયો. વળી તે 'સિટી ફિલોસોફિક્લ કલબ'નો સભ્ય પણ થયો હતો. મી. ટેટમના ખાનગી વિજ્ઞાનવર્ગ-માંથી દર અઠવાડીએ મળતા આ મંડળની જમાવટ થઇ હતી. એ મંડળમાં તેણે થોડાક મિત્રો કર્યા. તેમણે એક નાની મંડળી જમાવી. પરસ્પર સુધારણા તથા ચર્ચાને માટે તેઓ ફેરેડેને ત્યાં એકઠા થતા હતા.

બહુ જલદીથી ફેરેડેએ તેના ઉપરી સર હંફ્રી ડેવીની પૂર્ણ કૃપા મેળવી અને ૧૮૧૩ના ઑક્ટોબરમાં ડેવી યુરોપખંડની મુસાફરીએ જવા તૈયાર થયો ત્યારે પોતાના બધી વાતના મદદનીશ તથા મુનશી તરીકે પોતાની જોડે આવવા ડેવીએ માઇકલને નિમંત્રણ આપ્યું. પ્રસંગવશાત્ બન્યું પણ એવું કે ડેવીના અંગત નોકરના છેલ્લી ઘડીએ જુદા પડવાથી, નિયમસર નહિ નીમાયેલો છતાં ફેરેડે તેનો મંત્રી થઈ ગયો. તદ્દન જુદી પ્રકૃતિની માનસવાળી આવી વ્યક્તિઓ વચ્ચેના આવા નિકટ સંબંધથી વિવિધ 'વેશ' બનવા પામતા હતા, છતાં ફેરેડેને માટે એ પર્યટન બહુ અદ્ભુત રીતે કેળવણી આપનારું અને બીજી રીતે ઉપયોગી થઈ પડ્યું. તેનાથી તે વિવિધ દેશો તથા નવા નવા લોકોના પ્રસંગમાં આવ્યો. પણ આ બધા કરતાં વધારે લાભ તો એ થયો કે યુરોપના મહાન તત્ત્વચિંતકોમાંના ઘણાનો મેળાપ કરવાનો અમૂલો ખાસ અધિકાર તેને મળ્યો. એજ મહાન વ્યક્તિઓ પાછળથી તેના ગાઢ અને પ્રશંસક મિત્રો થનાર હતી.

## ૩. આગળની કારકિર્દી

એ યુરોપખંડનું પર્યટન ૧૮૧૫ની વસંતઋતુ સુધી ચાલુ રહ્યું. પર્યટનથી પાછા ફરતાં ફેરેડેને રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનના પ્રયોગ મંદિરના મદદનીશની તેની જૂની જગા પર ફરી ચાલુ કરવામાં આવ્યો. પણ હવે તેનો પગાર વધારી અઠવાડીયાનો ત્રીસ શિલિંગ કરવામાં આવ્યો. વ્યવસ્થાપકોએ તેને વધારાના આ પાંચ શિલિંગ આપવામાં તદ્દન અજની કર્યું હતું. હવે ફેરેડેએ મન દઈ પ્રયોગો કરવા માંડ્યા હતા. હજુ તે પ્રયોગો બહુ પ્રાથમિક રીતે કરતો હતો અને બહુજ સાદાં પૃથક્કરણો તે કરતો થયો હતો. હજુ આ તેના શિક્ષણનો ગાળો હતો. નવા સર્જનનો તેનો સમય હજુ આવવાનો બાકી હતો.

આ સમય દરમિયાન ' સિટી ફિલૉસૉફિક ક્લબ 'ની સભાની બેઠકોમાં તેની હાજરી નિયમિત રીતે ચાલુ રહેતી હતી, અને ૧૭મી જાન્યુઆરીને રોજ તે મંડળના સભ્યોની આગળ તેણે પોતાનું પહેલું વ્યાખ્યાન આપ્યું. એ વ્યાખ્યાનનો વિષય દ્રવ્યોના સાધારણ ધર્મોનો હતો. એજ વર્ષમાં ' કૉસ્ટિક લાઇમ 'ના પૃથક્કરણની બાબતનો તેનો પહેલો લેખ રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનના જાહેર મુખપત્ર ' ક્વૉર્ટર્લી જર્નલ ઑફ સાયન્સ 'માં પ્રસિદ્ધ થયો અને એ સમયથી માંડીને થોડાંક વર્ષો સુધી થોડે થોડે ગાળે સાધારણ અગત્યના તેના વિવિધ લેખો પ્રકટ થતા રહ્યા.

હવે આપણે ૧૮૨૦ ની સાલે આવી પહોંચીએ છીએ. આ વર્ષમાં ' ક્લોરિન અને કાર્બનના નવાં સંયુક્ત દ્રવ્યો અને આયોડાઇન, કાર્બન તથા હાઇડ્રોજનના એક નવા સંયુકત દ્રવ્ય 'ના તેના લેખથી પહેલીજવાર રૉયલ સોસાઇટીનું ધ્યાન ખેંચવામાં તે સફળ થયો. એ લેખનો સારો સત્કાર થયો અને હવે પછી જીવનભર ચાલનારી શોધખોળોની હારમાળાનું એ લેખ બહુ સુયોગ્ય પ્રસ્થાન બિંદુ થઇ પડ્યું. ૧૮૨૦ નું વર્ષ વિદ્યુલ્લોહચુંબકના ઇતિહાસમાં ચક્રવર્તી થઇ પડેલું છે, કારણકે તેજ વર્ષમાં વિજળીના પ્રવાહની ચુંબક અસરની મહાન શોધ ઓરસ્ટેડે કરી અને પાછળથી એજ વિષયમાં એમ્પીઅરની શોધખોળો થઇ. ઇંગ્લેંડમાં ડૉ. વૉલેસ્ટને એ વિષય ઉપાડી લીધો. તેણે રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનની આગળ એક પ્રયોગ કર્યો, પણ તેમાં તે નિષ્ફળ થયો. આ બાબતનો અમે આગળ ઉલ્લેખ કરવાના છીએ. તે વખતે ફેરેડે હાજર હતો અને તે બધી કારવાહીમાં તેને ખૂબ રસ પડયો હતો. પોતે જાતે એને મળતો યત્ન કરે તે પહેલાં એ દિશામાં શું શું થઇ ચુક્યું છે તેનો કાળજીભર્યો અભ્યાસ કરવો જોઇએ એ વાત તે સમજી ગયો હતો એ બહુ ઠીક હતું. આ સમજણથી પ્રેરાઇ

તેણે બહુ તલસ્પર્શી વાચન અને પ્રયોગોના ક્રમની શરૂઆત કરી, અને તેને પરિણામે આખરે ' હિસ્ટરી ઑફ ધ પ્રોગ્રેસ ઑફ ઇલેક્ટ્રો મેગ્નેટિઝમ ' એ નામના પુસ્તકની પ્રસિદ્ધિ થવા પામી.

એ વિષયની પરિસ્થિતિની હકીકતોથી પોતે પૂરેપૂરો માહિતગાર થયો છે એમ લાગ્યું ત્યારે વૉલેસ્ટન જે સિદ્ધ કરવામાં નિષ્ફળ થયો હતો તે સિદ્ધ કરી બતાવવાના કામમાં તે લાગી પડયો. ૧૮૨૧ ના ડીસેંબરમાં એ પ્રયોગ કરવામાં આવ્યો અને તેમાં તેને ભવ્ય સફળતા મળી. આપણને એમ કહેવામાં આવે છે કે એ પ્રયોગના કરનારે એરાસી સર્કસના ચોથા વર્ગની મુલાકાતની મોજ ઉડાવી એ ફત્તેહનું ઉજવણું કર્યું.

ફૅરેડેના લાંબા જીવનના એક સૌથી સુખી બનાવ પર આપણે આવી પહોંચીએ છીએ. ' સેન્ડીમેનીયન્સ ' એ નામથી ઓળખાતા એક નાના સંપ્રદાયનો તે સભ્ય હતો. તે સંપ્રદાયના પૂજાના સ્થાને હાજર રહેવાને કારણે, ગામના એક મોરેરા અને ચાંદીના દાગીના બનાવવાનો ધંધો કરનાર મી. જોન બર્નાર્ડના કુટુંબનો તેને પરિચય થયો હતો. ફૅરેડેએ એ ગૃહસ્થની ત્રીજી પુત્રીને સંવનન કરી જીતી લીધી અને ૧૮૨૧ ના જુનની ૧૨ મી તારીખે તે સારા બર્નાર્ડ સાથે લગ્નગ્રંથીથી જોડાયો. તેની ઇચ્છાને અનુસરી તેના લગ્નની વિધિ અતિશય સાદી કરવામાં આવી હતી. તેની ઇચ્છા એવી હતી કે તે દિવસ બને તેટલા વધારે અંશે બીજા સાધારણ દિવસોના જેવો જ થવો જોઇએ એટલે બસ તે તે બાઇને પરણ્યો અને તુરત જ તેને રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશના પોતાના રહેવાના મકાને લઇ આવ્યો. તે બહુ સુખી લગ્ન હતું. પચ્ચીસ વર્ષ પછી, તે સમયે પ્રમાણપત્રોથી દળદાર થયેલા પુસ્તકમાં તેણે નીચે મુજબ નોંધ કરી છે.

૨૫ મી જાન્યુઆરી, ૧૮૪૭.

આ નોંધો તથા બનાવોમાં, હું એક બનાવની તારીખ દાખલ કરું છું. આદર અને સુખના ઉદ્‌ગમ તરીકે તે બીજા બધા બનાવોથી બહુ જ વધી જાય એમ છે. ૧૮૨૧ના જુનની ૧૨ મી તારીખે અમે લગ્નસંબંધથી જોડાયાં—એમ ફેરેડે.

આ સમયે તેને નોકરીમાં ઉપર ચઢાવી, પ્રયોગ મંદિરના નિરીક્ષકની જગાએ નીમવામાં આવ્યો હતો અને તેની શોધખોળો પ્રથમ પંક્તિની અગત્યની થવા માંડી હતી. મી. સ્ટૉડાર્ટના સહકારમાં તેણે પોલાદની મિશ્ર ધાતુ બનાવવાના કેટલાક પ્રયોગો કર્યા હતા, અને તેને પરિણામે તેનાં પાછલાં વર્ષોમાં તેના મિત્રોને એ મિશ્ર ધાતુમાંથી બનેલા અસ્ત્રાના પાનાની ભેટ આપવાની પ્રથા તેણે રાખી હતી. ૧૮૨૩ માં વાયુઓના દ્રવીકરણના કેટલાક અગત્યના પ્રયોગો તેણે કર્યા. તે પ્રયોગો દ્વારા તે એમ સાબીત કરવા શકિતવાન થયો, કે બધા વાયુઓ તેમનાં દ્રવરૂપની બાષ્પ છે અને તે દ્રવરૂપ વાયુઓનું ઉત્કલન બિંદુ બહુ જ નીચું છે. આ બધા પ્રયોગોમાં કાચનાં વાસણોનો બહુ ભારે દબાણ નીચે ઉપયોગ કરવાનો હોવાથી, તેના પ્રયોગ કરનારને માથે ભારે જોખમ રહેતું. એક પ્રસંગે થયેલા ધડાકાથી તેની આંખમાં ઓછામાં ઓછા તેર કાચના ટુકડા પેસી ગયા હતા.

આ સમય સુધીમાં તો ફેરેડે બહુ ઉંચી પંક્તિના વિજ્ઞાનીના પદે પૂરો સ્થિર સ્થાપિત થઇ ચુકયો હતો અને ફેબ્રુઆરીની ૮ મી તારીખે, તેને રૉયલ સોસાઇટીના સભ્ય તરીકે ચુંટી કાઢવામાં આવ્યો હતો. કમનશીબે ઇર્ષ્યાથી પ્રેરાઇ સર હંફ્રી ડેવીએ તેની ચુંટણીનો વિરોધ કર્યો હતો. ડેવીના પ્રસંગમાં એ ઇર્ષ્યાવૃત્તિ બહુ જ અલ્પજીવી હતી, કારણ કે તેનાં જ લાગવગ અને ભલામણથી ૧૮૨૫માં

ફેરેડેને પ્રયોગમંદિરોના વ્યવસ્થાપકના પદે ચડાવવામાં આવ્યો હતો. તેજ વખતે મી. બ્રૅન્ડને રસાયનના વ્યાખ્યાતાના પદ પરથી અધ્યાપકના પદ પર ચડાવવામાં આવેલ હતો. આ નવા હોદ્દાની રૂએ ફેરેડેએ કરેલાં કામોમાં સૌથી પહેલું વિજ્ઞાનમાં રસ લેતા સભ્યોની દર શુક્રવારે સભા ભરવાની વ્યવસ્થા કરવાનું હતું. બહુ જ થોડા સમયમાં એ સંસ્થાની પ્રવૃત્તિઓના એક બહુ જાણીતા થયેલા લક્ષણના રૂપમાં એ સાપ્તાહિક વ્યાખ્યાનો અભિવૃદ્ધિ પામ્યાં.

ફેરેડેને ' ભૌતિક વિજ્ઞાની ' અથવા ' વિજ્ઞાની ' એ પદ કરતાં ' તત્ત્વજ્ઞ ' એ પદ વધારે પસંદ હતું. આ પછીનાં કેટલાંક વર્ષ આપણો આ ' તત્ત્વજ્ઞ ' આંખથી જોવાના યંત્રોનો કાચ બનાવવામાં ખૂબ ખંતથી કામે લાગી ગયો હતો, અને વિવિધ ધંધામાં લાગેલા અનેક લોકો એક નિષ્ણાત તરીકે વધારે ને વધારે પ્રમાણમાં તેની સેવાની માંગણીઓ કરતા થયા હતા. આ પરિસ્થિતિએ તેને તેના જીવનના મહાન નૈતિક યુદ્ધને સામે મોઢે લાવી દીધો. તેનું સ્થાન શું હતું ? પ્રયોગમંદિરના વ્યવસ્થાપક તરીકે તેને વર્ષે દહાડે સો પાઉન્ડનો પગાર તથા તે ઉપરાંત રહેવાનું મકાન બળતણ તથા દીવાબત્તી મફત મળતાં. અલબત્ત એને મળતી રકમ અણછાજતી રીતે નાની હતી, તો પણ ૧૮૩૦ માં અવારનવાર થયેલી સલાહકાર તરીકેની મંત્રણા તથા વિવિધ પૃથક્કરણોના મહેનતાણારૂપે એક હજાર પાઉન્ડથી કાંઈક વધારે રકમની ઉત્પન્ન તેને મળી હતી અને ૧૮૩૧ માં એ રકમ તેથી પણ વધારે થવા પામી હતી હવે રસ્તા ફંટાય એવે સ્થાને તે આવી ચઢ્યો હતો. એક બાજુ તેની સામે શોધખોળોની લાંબી કુંજગલીની ઝાંખી હતી, પણ તેમાં ઉદાર સેવાબુદ્ધિથી તથા નિઃસ્વાર્થપણે કરેલા કાર્યનાં યશ અને માન સિવાય બીજું કાંઈ પારિતોષિક હાંસિલ થાય એમ નહતું. બીજી બાજુ તેણે માત્ર શોધખોળને સંભારવાની જ

હતી અને તેમ કરતાં આખી વ્યાપારી આલમ તેને પગે પડતી આવે એમ હતું, અને તેમ થતાં વેતનના રૂપમાં તેને લગભગ અમર્યાદિત આમદાની મળે એમ હતું. ટિન્ડૉલે લખ્યું છે કે ' વ્યાપાર અને દાક્તરીના વિજ્ઞાન સાથેના સંબંધ વિષે ફેરેડે જોડે એક વખત વાત કરતા તેણે મને કહેલું કે તેની કારકીર્દિને અમુક સમયે, પોતાના જીવનના ધ્યેય તરીકે વિજ્ઞાનને કે ધનને પસંદ કરવું એ વખત પ્રશ્ન પોતાના મનને ચોકકસ રીતે પૂછી, તેનો આખરી નિકાલ કરવાની તેને ફરજ પડી હતી. તે બે શેઠની સેવા એકી સાથે કરી શકે એમ નહતું એટલે તેને એ બેમાંથી એકની પસંદગી કરવાની જ રહી હતી. ' આગળ એકવાર હંફ્રી ડેવીના પ્રસંગમાં બન્યું હતું તેમ, તેની પસંદગીથી દુનીઆ હંમેશને માટે તેને આભારની લાગણીથી યાદ કરે છે. હકીકતો પોતે જ આપોઆપ ખરી વાત જાહેર કરી દે છે. ૧૮૩૫ માં ખાનગી કામના મહેનતાણાની તેને મળેલી રકમ ૧૦૯૦ પાઉન્ડ ૪ શિલિંગ હતી; ૧૮૩૨ માં તે ઘટી ૧૫૫ પાઉન્ડ ૯ શિલિંગ થઇ. ૧૮૩૮ માં તે શૂન્ય થઇ, અને ત્યારથી માંડી ૧૮૪૫ સુધીમાં તે કદી ૨૨ પાઉન્ડથી વધવા પામી નથી.

વિજ્ઞાનીને તેની શોધની રોકડ કિંમત તો નહિ જેવી જ મળે છે, પણ જે આમજનતાની, જે સમાજની એ શોધક અભ્યાસી સેવા કરે છે, તેને માટે તે અગણ્ય અને અમાપ સમૃદ્ધિરૂપ છે. હક્સ્લીએ એકવાર એ વાત નીચેના શબ્દોમાં દર્શાવી છેઃ—

' વૉટ, ડેવી કે ફેરેડે થવાની ગુપ્ત શકિતઓ વાળી વ્યકિતને કોઇ પ્રજા એક લાખ પાઉન્ડ રોકડા, નગદ મૂકી દઇ ખરીદી લે તો તે કિંમતે તે તેને ધૂળને મૂલે મળે છે એમ કહું છું ત્યારે હું મારા શબ્દો માપી તોળીને વાપરૂં છું. એવી વ્યકિતઓએ જે કાંઇ કર્યું છે તેનાથી

વર્ણવી ન શકાય એટલા લાખોનું ધન પેદા થયેલું છે, આમ કહેવામાં હું 'ધન' શબ્દને તેના માંકડામાં સાંકડા આર્થિક અર્થમાં વાપરું છું.'

ફેરેડે ગરીબીમાં મુઓ. 'પણ ચાળીસ વર્ષ સુધી દુનિયાની પ્રજાઓમાં ઈંગ્લેંડની વિજ્ઞાન કીર્તિનું નામ ઉંચું રાખવાનો યશ તેનો છે?

### ૪. વિદ્યુદ્‌લોહચુંબક પરાવર્તનના વિષયમાં ફેરેડેની શોધખોળો.

બીજા બધાં કામો કરતાં જે કામથી ફેરેડે વધારે પ્રખ્યાત થયો તે તેણે કરેલી વિદ્યુત્સ્ચનનની (ઇલેક્ટ્રો-ડાયનેમિક્સ) શોધો હતી અમે પહેલા નિર્દેશ કરી ગયા છીએ કે ૧૮૨૧ માં વિજ્ઞાની દુનિયા વિજળીના પ્રવાહની ચુંબક અસરની તથા તેજ વિષયમાં એમ્પીઅરે કરેલી વધારે શોધોની ખબરથી ગાજી રહી હતી, તેજ અરસામાં રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશન આગળ જે પ્રયોગ કરવામાં વૉલેસ્ટન નિષ્ફળ થયો હતો તેજ પ્રયોગ સફળતાથી કરી ફેરેડે એ પ્રશ્નને એક ટપ્પો આગળ લઇ જવામાં સફળ થયો. એ પ્રયોગ કયો હતો?

ઓરસ્ટેડે બતાવ્યું હતુ કે વિજળીના પ્રવાહના સાનિધ્યમાં મૂકેલી ચુંબક સોય, તે પ્રવાહને વહી જનાર વાહકને કાટખૂણે રહેવાનું વલણ બતાવે છે. આપણે જાણીએ છીએ તેમ આમ થવાનું કારણ એવું છે કે ચુંબક સોયનો ઉત્તર તરફ રહેતો છેડો જે ચુંબક ક્ષેત્રમાં તે મૂકાયો હોય તેની 'બળરેખા' ઓને અનુસરી ભમી જવાનું વલણ દેખાડે છે. આકૃતિ ૯૮ માં બતાવ્યા પ્રમાણે વિદ્યુત્કોષસમુચ્ચયમાંથી આવતા વિજળીનો પ્રવાહ વહેતા તારને આપણે ઉભો રાખીએ અને તેને કાટખૂણે ક્ષિતિજસમસૂત્ર તલમાં રાખેલા એક પુઠાના કાગળમાંના છિદ્રમાંથી તેને પસાર કરીએ, અને પુઠા પર લોઢાનો વેર ભભરાવી તેની કોરાણ પર ધીમેથી ટકોરા મારીએ તો તે વહેર અમુક રેખાઓને

પ્યાલામાંથી ચુંબક સોય મ' ને વિજળીના તાર જોડે બાંધી નિશ્ચળ કરેલી છે. પારા ભરેલા બંને પ્યાલાઓને એક એક સાથે જોડતા તાર ફ નો વ પ્યાલામાં બોળાતો છેડો ઉ, ફ બિંદુ આગળ છુટથી ફરી શકે એમ સંધાયેલો છે. આમ આ ઉપકરણનો ડાબો અર્ધો ભાગ સ્થિર વિજળી વાહકની આસપાસ ભમવા સ્વતંત્ર એવો ચુંબક સોયનો છેડો ભમે છે કે નહિ તેનો નિર્ણય કરવાની કસોટી રૂપ હતો, જ્યારે જમણો અર્ધો ભાગ મજબૂત રીતે બંધાવાને પરિણામે અચલ થયેલી ચુંબક સોયની આસપાસ વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો તાર ઉલટી દિશામાં ભમે છે કે નહિ તે વાતનો નિર્ણય કરવાની કસોટી રૂપ હતો.

આ પ્રયોગ બહુ જ સારી રીતે સફળ થયો અને આપણને કહેવામાં આવે છે કે ફેરેડેએ ચુંબક સોય તથા તારને બંનેને ફરતા જોયા ત્યારે ' પેલાં તે ફરે ' ' પેલા તે ફરે ' એવા ઉદ્ગાર કાઢતો બાળકના જેવાં આનંદથી તે તેને ફરતો નાચવા મંડયો હતો.

ફેરેડેની આ પછીની અને ઘણું કરીને બહુ બહુ ક્ષેત્રો પર અસર કરનારી શોધ ૧૮૩૧ માં થઇ. એ શોધથી તે ચુંબકત્વ બળમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ પેદા કરવા શકિતવાન થયો હતો અને તેમ કરી આજે ' વિદ્યુતોદ્ચુંબકપ્રવર્તન ' ( ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શન ' એ નામથી ઓળખાતા વિષયની એક તદન નવી શાખા ખોલવા શકિતવાન થયો હતો. કેટલાય વર્ષોનાં કાગળો ભરી વિચારણા તથા પ્રયોગોના આખર પરિણામ રૂપ એ શોધ હતી.

આપણા તત્વજ્ઞના મન આગળ રજુ થયેલા એ પ્રશ્નનું સામાન્ય સ્વરૂપ કેવું હતું તે આપણે વિચારીએ. આપણે જોયું છે કે વિજળીના પ્રવાહને ફરતું ચુંબક ક્ષેત્ર થાય છે અને તેને પરિણામે તે ચુંબકને આકર્ષી શકે છે. વળી એમ્પીઅરે બતાવી આપ્યું છે કે વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો વાહક, વિજળીનો પ્રવાહ વહેતા

બીજા વાહકને આકર્ષે છે કે પ્રત્યાકર્ષે છે. એ પણ જણાયેલું હતું કે અમુક સ્થિર વિજળીનો જથ્થો ધારણ કરતો પિંડ, તેની સમીપ આણેલા વાહકમાં તેવો જ વિજળીનો જથ્થો પ્રવર્તાવી શકે છે. આ બીનાઓ લક્ષમાં રાખી ફેરેડેએ વિચાર્યું કે તો પછી વિજળીનો ચલ જથ્થો એટલે કે પ્રવાહ વિદ્યુત્ એવી જ અસર કેમ પેદા ન કરી શકે ? એટલે કે તેની પાસે આણેલા વાહકમાં વિજળીનો પ્રવાહ કેમ ન પ્રવર્તાવી શકે ? બીજે ખૂણેથી એજ પ્રશ્ન વિચારતાં, ફેરેડેએ પોતાની જાતને પૂછ્યું કે ઑરસ્ટેડ અને ઍમ્પીઅરે વિજળીના પ્રવાહથી ચુંબક અસર પેદા કરી હતી તો ચુંબકત્વવાળા પદાર્થથી વિજળીનો પ્રવાહ પેદા કરવાનું અથવા પ્રવર્તાવવાનું કેમ શક્ય ન થવું જોઇએ ?

આ વિચારસરણીને અનુસરી પ્રયોગો કરવાનું કામ ફેરેડેએ ૧૮૨૪ માં શરૂ કર્યું. ૧૮૨૫ માં વિજળીપ્રવાહમાપક જોડે સાંધેલા એક તારને સમાંતર બીજો વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો તાર તેણે ગોઠવ્યો, પણ તેમ કરતાં કાંઇ પરિણામ ન નીપજ્યું. આ સમયે આંખના ચશ્માંમાં વપરાતો કાચ બનાવવાના કામમાં તે લાગેલો હતો, તેથી વિજળીના વિષયની પાછળ પડવા તે નવરો નહતો. ૧૮૨૮ માં તેણે એ પ્રયોગ ફરીવાર કર્યો પણ કાંઇ પરિણામ ન નીપજ્યું.

આની પછી બીજાં ત્રણ વર્ષ વીત્યાં ત્યાંસુધી ફેરેડેને તેના પ્રયાસોમાં કાંઇ સફળતા ન મળી. ૧૮૩૧ નીં શરૂઆત થતું ફેરેડેને તેની આખી કારકીર્દિમાં સૌથી વધારે અગત્યનું વર્ષ હતું. લાંબા વ્યાવર્તક ગુંચળાના આકારમાં ગોઠવેલા તારનું વિજળીનો પ્રવાહ વહેતું ગુંચળું જાણે કે પોતે એક ચુંબક હોય એમ વર્તે છે અને તેવા ગુંચળામાં પોચી લોઢાની પટ્ટી કે સળિયો, તેની અંદર વહેતા

પ્યાલામાંથી ચુંબક સોય મ' ને વિજળીના તાર જોડે બાંધી નિશ્ચળ કરેલી છે. પારા ભરેલા બંને પ્યાલાઓને એક એક સાથે જોડતા તાર ફ ને ચ પ્યાલામાં બોળાતો છેડો ડ, ફ બિંદુ આગળ છુટથી ફરી શકે એમ સંધાયેલો છે. આમ આ ઉપકરણનો ડાબો અર્ધો ભાગ સ્થિર વિજળી વાહકની આસપાસ, ભમવા સ્વતંત્ર એવો ચુંબક સોયનો છેડો ભમે છે કે નહિ તેનો નિર્ણય કરવાની કસોટી રૂપ હતો, જ્યારે જમણો અર્ધો ભાગ મજબૂત રીતે બંધાવાને પરિણામે અચલ થયેલી ચુંબક સોયની આસપાસ વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો તાર ઉલટી દિશામાં ભમે છે કે નહિ તે વાતનો નિર્ણય કરવાની કસોટી રૂપ હતો.

આ પ્રયોગ બહુ જ સારી રીતે સફળ થયો અને આપણને કહેવામાં આવે છે કે ફેરેડેએ ચુંબક સોય તથા તારને બંનેને ફરતાં જોયા ત્યારે ' પેલાં તે ફરે ' ' પેલાં તે ફરે ' એવા ઉદ્ગાર કાઢતો બાળકના જેવાં આનંદથી તે તેને ફરતો નાચવા મંડયો હતો.

ફેરેડેની આ પછીની અને ઘણું કરીને બહુ બહુ ક્ષેત્રો પર અસર કરનારી શોધ ૧૮૩૧ માં થઇ. એ શોધથી તે ચુંબકત્વ બળમાંથી વિજળીનો પ્રવાહ પેદા કરવા શક્તિવાન થયો હતો અને તેમ કરી આજે ' વિદ્યુતોદ્ચુંબકપ્રવર્તન ' ( ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઇન્ડક્શન ' એ નામથી ઓળખાતા વિષયની એક તદન નવી શાખા ખોલવા શક્તિવાન થયો હતો. કેટલાંય વર્ષોનાં કાગળો ભરી વિચારણા તથા પ્રયોગોના આખર પરિણામ રૂપ એ શોધ હતી.

આપણા તત્ત્વના મન આગળ રજુ થયેલા એ પ્રશ્નનું સામાન્ય સ્વરૂપ કેવું હતું તે આપણે વિચારીએ. આપણે જોયું છે કે વિજળીના પ્રવાહને ફરતું ચુંબક ક્ષેત્ર થાય છે અને તેને પરિણામે તે ચુંબકને આકર્ષી શકે છે. વળી એમ્પીઅરે બતાવી આપ્યું છે કે વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો વાહક, વિજળીનો પ્રવાહ વહેતા

બીજા વાહકને આકર્ષે છે કે પ્રત્યાકર્ષે છે. એ પણ જણાયેલું હતું કે અમુક સ્થિર વિજળીનો જથ્થો ધારણ કરતો પિંડ, તેની સમીપ આણેલા વાહકમાં તેવો જ વિજળીનો જથ્થો પ્રવર્તાવી શકે છે. આ બીનાઓ લક્ષમાં રાખી ફૅરેડેએ વિચાર્યું કે તો પછી વિજળીનો ચલ જથ્થો એટલે કે પ્રવાહ વિદ્યુત્ એવી જ અસર કેમ પેદા ન કરી શકે ? એટલે કે તેની પાસે આણેલા વાહકમાં વિજળીનો પ્રવાહ કેમ ન પ્રવર્તાવી શકે ? બીજે ખૂણેથી એજ પ્રશ્ન વિચારતાં, ફૅરેડેએ પોતાની જાતને પૂછ્યું કે ઓરસ્ટેડ અને એમ્પીઅરે વિજળીના પ્રવાહથી ચુંબક અસર પેદા કરી હતી તો ચુંબકત્વવાળા પદાર્થથી વિજળીનો પ્રવાહ પેદા કરવાનું અથવા પ્રવર્તાવવાનું કેમ શકય ન થવું જોઇએ ?

આ વિચારસરણીને અનુસરી પ્રયોગો કરવાનું કામ ફૅરેડેએ ૧૮૨૪ માં શરૂ કર્યું. ૧૮૨૫ માં વિજળીપ્રવાહમાપક જોડે સાંધેલા એક તારને સમાંતર બીજો વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો તાર તેણે ગોઠવ્યો, પણ તેમ કરતાં કાંઇ પરિણામ ન નીપજ્યું. આ સમયે આંખના યંત્રોમાં વપરાતો કાચ બનાવવાના કામમાં તે લાગેલો હતો, તેથી વિજળીના વિષયની પાછળ પડવા તે છુટો નહતો. ૧૮૨૮ માં તેણે એ પ્રયોગ ફરીથી કર્યો પણ કાંઇ પરિણામ ન નીપજ્યું.

આની પછી બીજાં ત્રણ વર્ષ વીત્યાં ત્યાંસુધી ફૅરેડેને તેના પ્રયાસોમાં કાંઇ સફળતા ન મળી. ૧૮૩૧ ની સાલ ઘણું કરીને તેની આખી કારકીર્દિમાં સૌથી વધારે ઝળકતું વર્ષ હતું. લાંબા વ્યાવર્તક ગુંચળાના આકારમાં ગોઠવેલા તારનું વિજળીનો પ્રવાહ વહેતું ગુંચળું જાણે કે પોતે એક ચુંબક હોય એમ વર્તે છે અને તેવા ગુંચળામાં મૂકેલી લોઢાની પાટી કે સળીઓ, તેની અંદર વહેતા

પ્રવાહની પ્રવર્તન અસરથી ચુંબકતા ધર્મ બતાવે છે એ વાત એમ્પીઅરે કેવી રીતે બતાવી હતી તે વાંચકને યાદ હશે. આ અસરનો ઉપયોગ કરવાનો સુતર્ક ફેરેડેને સુઝી આવ્યો અને ૧૮૩૧ ના ઑગસ્ટની ૨૯ મી તારીખે તેણે ૭ ઇંચ વ્યાસની અને ⅞ ઇંચ જાડી નરમ લોઢાની કડી લીધી અને તેના બે અર્ધ ભાગમાંના દરેક પર આકૃતિ ૧૦૦ માં બતાવ્યા પ્રમાણે તેણે क्ष અને य એવાં બે તારનાં ગુચળાં વીંટયાં. એ બે તારનાં ગુંચળાંમાંના એકના છેડા ઘણ કોષવાળા કોષસમુચ્ચય घ ના છેડાઓ જોડે જોડાયેલા હતા, જ્યારે य ગુંચળાના છેડા વિદ્યુત્પ્રવાહમાપક ग જોડે જોડાયેલા હતા क्ष તારમાં વિજળીનો પ્રવાહ વહી શકે તેટલા માટે क चावी दाबी તેનો વર્તુલ માર્ગ પૂરો કરતાં, વિદ્યુત્પ્રવાહમાપક ग માંની સોય ચાર કે પાંચ પૂરા આંટા ભમી જતી અને પછી તેની મૂળની સ્થિતિમાં સ્થિર થઇ રહેતી જણાઈ. પછીથી क ચાવી ઉપાડી લઇ વિજળી પ્રવાહના વર્તુળ માર્ગમાં ઘટ પાડતાં, પ્રવાહમાપકની સોય પર વળી પાછી ક્ષોભની અસર જણાઇ. આ વખતે પણ તે પહેલાની પેઠે ભમી તો ખરી, પણ પહેલાના કરતાં ઉલટી દિશામાં

ચોક્કસપણે કહી શકું નહિ. એમ પણ બને કે મારી આ બધી મહેનતને અંતે હું માછલીને બદલે માત્ર ઝરડું જ બહાર ખેંચું.'

ઉપર વર્ણવેલા પ્રયોગપર વિચાર કરતાં ફેરેડેને લાગ્યું કે આ ચુંબકત્વથી વિજળી પેદા કરવાનો ચોક્કસ પ્રસંગ છે. એ વાતની ખાત્રી કરી લેવી જોઇએ. આ ઉપરથી તેણે એ પ્રયોગ ફરીથી કરી જોયો અને તે વખતે લોઢાની કડીને બદલે ચુંબકત્વ ધર્મ ધારણ ન કરતી તાંબાની કડી લીધી. એમ કરતાં પ્રવાહમાપક પર થતી અસર બહુજ ઓછી થઇ ગયેલી જોઇ તેને બહુ આનંદ થયો.

આ પછીના એના પ્રયોગે તેનાં પરિણામને એક ટપ્પો આગળ ધપાવ્યાં. ચુંબકત્વને વિદ્યુત્પ્રવાહમાંથી મેળવવાને બદલે તે બળ મેળવવા તેણે સીધો લોહચુંબકપાટીનો જ ઉપયોગ કર્યો. આકૃતિ ૧૦૧ માં બતાવ્યા પ્રમાણે તેણે ચ સંજ્ઞાથી દર્શાવાતો એક ટુંકો નળો લીધો અને તેને ફરતો તાર વીંટયો અને તેના છેડા પ્રવાહમાપક જોડે સાંધ્યા. પછી તેણે બે લોહચુંબક પાટીઓ લીધી અને તેના બે છેડા એક એકને અ આગળ અડકતા રાખી, સામેને છેડે આવેલા તેના ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવોની વચ્ચે તેણે પેલો તાર વીંટેલો નળો મૂકયો. "જ્યારે જ્યારે ચ નળાના છેડાને પેલી ચુંબક પાટીઓના ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવો બંનેને એક સાથે અડકાડીને ચુંબકવર્તુળમાર્ગ અખંડ અથવા પૂરો કરવામાં આવતો તેમજ તેમાંના એક છેડાને નળા પરથી છુટો કરી તે વર્તુળમાર્ગમાં ભંગાણ પાડવામાં આવતું ત્યારે નળા પર વીંટેલા તારના ગુંચળાના છેડા જે પ્રવાહમાપકમાં જતા હતા તેમાં ચુંબકક્ષોભ જણાતો હતો. આગળ વર્ણવેલા પ્રસંગોની માફક આ પ્રસંગે થતો આ ક્ષોભ કાયમનો નહિ પણ ક્ષણિક થડકા અથવા આંચકા રૂપે થતો હતો......આ ઉપરથી જણાય છે કે આ પ્રસંગે ચોખ્ખી રીતે ચુંબક બળનું વિજળીક બળમાં રૂપાંતર થયું હતું.'

ઓરસ્ટેડે વર્ણવેલી અસરથી ઊલટી અસરનો આ દૃષ્ટાંત છે. ઓરસ્ટેડે વિજળીના પ્રવાહથી ચુંબક સોય પર થતા ક્ષોભની અસર જોઈ હતી. ફેરેડેને લોહચુંબકથી ઉત્તેજાયેલા વિજળીના પ્રવાહની પ્રતીતિ થઈ.

ઉપર વર્ણવેલા તમામ પ્રયોગોમાં એ તો જોવામાં આવ્યું હશે કે, પ્રવાહમાપકમાં માત્ર સંબંધ સાંધતી વખતે તથા તોડતી વખતે જ ક્ષણિક ક્ષોભની અસર થતી ફેરેડેના જોવામાં આવી હતી. હંમેશની માફક વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો હોય અથવા છેલ્લા પ્રયોગમાં આપણે જોયું તેમ ચુંબકવર્તુલમાર્ગમાં ચુંબક બળ સામાન્ય રીતે વહેતું હોય ત્યારે પ્રવાહમાપક તદ્દન સ્થિર રહેતું તથા તેની સોય જરાપણ ભમતી જણાતી નહતી. ચાલુ પરિસ્થિતિમાં કાંઈ વિકાર થતો તે ક્ષણે જ તેમાં ' ઉછાળા 'ની નોંધ થતી હતી. આ બહુ અગત્યનો મુદ્દો હતો. અજબ સહજ પ્રેરણાથી ફેરેડેને લાગ્યું કે ખરું જોતાં આ મુદ્દો જ આ બધા પ્રયોગોમાં નિયામક તત્ત્વ રૂપ હતો. ફેરેડેની આ સમજ તદ્દન વ્યાજબી હતી. આ સહજ પ્રેરણા તેના અનેક પ્રયોગોમાં ફેરેડેને ખરી મતા રૂપ થઈ પડતી હતી.

૧૮૩૧ ના ઑક્ટોબરની ૧ લી તારીખે તે તેનો બીજો પ્રખ્યાત પ્રયોગ કરવા ઉદ્યત થયો. અત્યાર સુધી તેણે પ્રથમ એક ચુંબકત્વ વાળી કડી અને પછીથી અમે ઉપર વર્ણવ્યું છે તેમ બે ચુંબકોના ધ્રુવોને સ્પર્શતી લોઢાની પાટી, એ રીતે ચુંબકત્વ બળના મૂળ રૂપ પદાર્થોનો સીધો ઉપયોગ કર્યો હતો. હવે ચુંબકત્વ બળ મેળવવા માટે આવા ચુંબકત્વ બળથી ભરેલાં સાધનોનો સીધો ઉપયોગ કરવો તેણે છોડી દીધો અને ૨૦૩ ફીટ લાંબા તાંબાના તાર લઈ તેણે તેને લાકડાની બે ફીરકીઓ પર વીટયા. આમજાના

પ્રયોગોમાં કર્યું હતું તેમ એક તારના છેડા તેણે દશ કોષવાળા વિદ્યુત્કોષસમુચ્ચયના છેડા જોડે સાંધ્યા અને બીજાના છેડા પ્રવાહ માપક યંત્ર જોડે સાંધ્યા. આ વખતે વીજળીના પ્રવાહનો ખંડિત વર્તુલ માર્ગ પૂરો કરતાં તરત જ ક્ષણને માટે પ્રવાહમાપકની સોયમાં ' ઉલાળો ' આવેલો જણાયો અને તે પ્રવાહ વહેતો બંધ કરતાં તેવો જ ક્ષણિક ઉલાળો થતો જણાયો; પણ આ વખતે પહેલાના કરતાં ઉલટી દિશામાં.

હવે ફેરેડેને એ વાત તો સાફ સમજાઇ ગઇ કે વિદ્યુત્કોષ સમુચ્ચય જોડે સાંધેલું વાહક જેને તે 'મુખ્ય વાહક' કહેતો હતો, તેની તથા પ્રવાહમાપક જોડે જોડેલું વાહક જેને તે 'ગૌણ વાહક' કહેતો હતો એ બંનેની વિજળિક સ્થિતિ વચ્ચેનો સાપેક્ષ ફેર કોઇપણ આપેલા વાહકમાં પ્રવર્તનપ્રવાહ પેદા થવાના કારણ રૂપ હતો, અને વિદ્યુલ્લો-હચુંબકની અસરવાળા પ્રવર્તનકાર્યમાં પણ મુદ્દાનું તત્ત્વ એવો ' તફાવત 'જ હતો, કારણ કે ચુંબકત્વના મૂળને ' બળ રેખાઓથી વીંટળાએલા ક્ષેત્ર ' રૂપ માનતાં, ચુંબકક્ષેત્રમાંની બળરેખાઓને કાપે છે ત્યારે જ કોઇપણ વાહકમાં વિજળીનો પ્રવાહ પેદા થાય છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સ્થિર ચુંબકત્વ ભર્યા ક્ષેત્રની અંદર તેની અપેક્ષા ગતિવાન વાહક હોય તે સંજોગોમાં તેવો પ્રવાહ પેદા થાય છે. ત્રાંબાના તારનું ગુંચળું અથવા લાંબુ ગુંચળું લઇ તેના છેડા પ્રવાહમાપક જોડે સાંધી વાપરતાં ફેરેડેને આ તથ્યનો અચ્છો પૂરાવો મળ્યો. આ પ્રસંગે તેણે કોઇપણ જાતના કોષસમુચ્ચયનો ઉપયોગ કર્યો જ નહિ પણ માત્ર એક ચુંબકપાટી લઇને તેને તેણે ઓચીંતી પેલા ગુંચળામાં દાખલ કરી. આમ કરતાં વેંતજ પ્રવાહમાપકની સોયે ' ઉલાળો ' નોંધાવ્યો. ગુંચળામાંથી ચુંબકપાટી કાઢી લેતાં પાછો ક્ષણિક પ્રવાહ પેદા થતો જણાયો, પણ આ વખતે પહેલાના કરતાં ઉલટી દિશામાં.

વ્યવહારની દૃષ્ટિએ તો ફેરેડેએ રજુ કરેલા પુરાવા સંપૂર્ણ હતા. એણે રજુ કરેલા પુરાવા ખરેખર એટલા બધા પુરા હતા કે એ નવી શોધોને વ્યવહારમાં લાગુ પાડવા સિવાય બીજા લોકોને માટે કશું કરવા જેવું રહ્યું નહતું. ખરેખર ફેરેડેની શોધો ખૂબ પાકે પાયે થયેલી હતી. દાખલા તરીકે તેને બરાબર સમજણ પડી ગઇ હતી કે પૃથ્વી પોતે એક મોટી લોહચુંબક રૂપ છે તેથી કોઇપણ ઝડપથી ફરતું તારનું ગુંચળું તેની ચુંબકબળ રેખાઓને કાપે તો તેમ કરતાં તેનામાં ક્ષણીક વિજળીનો પ્રવાહ થાય. પૃથ્વીના આ પ્રવર્તનકાર્યનો ચમત્કાર તે પાછળથી સપ્રયોગ બતાવી શકયો હતો.

લેન્ટઝ નામના એક રશિયન વિજ્ઞાનીએ બતાવી આપ્યું હતું કે દરેક પ્રસંગમાં ચુંબકત્વની સ્થિતિના સાપેક્ષ ફેરફારોને કારણે થયેલા પ્રવર્તનપ્રવાહની દિશા હંમેશાં તે ફેરફારનો વિરોધ કરવાનું વલણ ધરાવતી હોય છે. આમ કરી તેણે ફેરેડેના કાર્યની પુરવણી કરી. ફેરેડેનું નામ ધારણ કરનાર કાયદાના અંગ તરીકે આ હકીકત મેળવી લેવામાં આવી છે. ખરું જોતાં આવી અસર પોતાની સ્થિતિમાં થતા ફેર સામેના કુદરતના વિરોધરૂપ છે. આ ખ્યાલ કાંઇ અંશે ગતિના જડત્વના સિદ્ધાંતને મળતો જણાય છે.

વિદ્યુલ્લોહચુંબકપ્રવર્તનના સંબંધમાં ફેરેડેની બીજી એક શોધ છે જેનો ઉલ્લેખ પણ આપણે કરવો જોઇશે. ખરું જોતાં તેની શોધને વ્યવહારમાં લાગુ પાડવાની એક અગત્યની દિશાનું સૂચન તે શોધથી થાય છે. ૧૮૩૨ ના ફેબ્રુઆરીની ૮ મી તારીખે, પ્રવર્તનકાર્યથી મેળવેલા વિજળીના પ્રવાહમાંથી તણખો મેળવવામાં તે સફળ થયો. એ તો જાણીતી વાત છે કે વિજળીના પ્રવાહમાર્ગમાં નાનીશી તુટ હોય અને તે તુટની બને બાજુએ આવેલા તારના છેડાઓ

પરની વિજળીનાં દબાણુ વચ્ચેનો ફરક જોઇએ તેટલો મોટો હોય તો પ્રવાહ તે ત્રુટની વચ્ચે થતા તણખાઓના પૂલથી સંધાઇ જાય છે. વિજળીનો પ્રવાહ ચાલુ હોય તે સમયે તેના વર્તુળ માર્ગમાં ભંગાણુ પાડવાથી આ ચમત્કાર ખાસ બનવા પામે છે. આવે પ્રસંગે તે વર્તુળમાર્ગના તારના છેડાઓ પર પેદા થયેલી ગરમીની અસરથી તે તારની ધાતુ બાષ્પરૂપ ધારણ કરે છે અને તેવી ધાતુમય બાષ્પના વાહન મારફત તણખાના રૂપમાં વિજળીનો પ્રવાહ તે ત્રુટને એક છેડેથી બીજે છેડે પસાર થાય છે. પ્રવર્તનપ્રવાહ વહેતો હોય તે સમયે તેના વર્તુળમાર્ગમાં ભંગાણ કેવી રીતે પાડવું એ ફેરેડેની મુશ્કેલી હતી. વાંચકને યાદ હશે જ કે મુખ્ય વર્તુળમાર્ગમાં વિજળીનો પ્રવાહ વહેતો શરૂ થાય તે ક્ષણે તથા તે વહેતો બંધ તે ક્ષણે માત્ર થોડા જ સમય માટે ગૌણ વર્તુળ માર્ગમાં પ્રવર્તન પ્રવાહ પેદા થાય છે. આમ છતાં પણ ગૌણ વર્તુળ માર્ગનો તાર કાપી તેના છેડાઓ સહેજ આઘાત થતાં એકએકથી દૂર ઉડી પડે એમ એક એકની ઉપર આવી રહે એવી રીતે ગોઠવીને તેણે ઉપર જણાવેલી મુશ્કેલીમાંથી રસ્તો કાઢયો. મુખ્ય વર્તુળમાર્ગમાં વિદ્યુત્કોષસમુચ્ચય રાખવાને બદલે, ગુંચળાની બહાર બે છેડા નીકળતા રહે એવી એક લોઢાની ટુંકી પાટી પર તેણે ગૌણ વર્તુળ માર્ગના તાર વીંટયા. આ લોઢાની પાટીને લોહચુંબકના બે ધ્રુવો પર રહે એમ અદ્ધર તોલી રાખી છોડી મૂકી હતી. લોહચુંબકના ધ્રુવોની આસપાસની બળરેખાઓ, ઉપર જણાવેલી પાટીના પડવાથી છેદાઇ અને તેને પરિણામે તે પાટી પર વીંટેલા તારમાં ક્ષણજીવી વિજળીનો પ્રવાહ પેદા થયો. પણ લોહચુંબકના ધ્રુવો પર તાર વીંટેલી પાટીના પડવાથી જે સહેજ આઘાત થયો તેને કારણે તેની પર વીંટેલા તારને કાપેલો હતો તે જગા આગળના એકએકને અડકાડી મૂકેલા છેડા એકએકથી સહેજ

છુટા પડી ગયા, અને એમ છુટા પડી ગયેલા તે તારના છેડાઓની વચ્ચેની તુટમાં તણખો થતો જણાયો. આ પરિણામથી ફૅરેડેને ખૂબ આનંદ થયો. આ બહુ અગત્યની શોધ હતી. હાલની વિજળિક ગાડીના તંત્રનો આધાર મોટે ભાગે આ શોધ ઉપર છે. તારને છેડે કોલસાની સળીઓ જોડી, પાછળથી ફૅરેડેએ એ તણખાની તેજસ્વિતામાં ઘણો વધારો કર્યો. 'વિજળિક કમાન' પરનાં ડેવીનાં મૂળ અવલોકનોની આ વધારાની શોધોથી પૂરવણી થઇ અને વિજળિક બત્તીથી રોશની કરવાનો પ્રશ્ન વ્યવહારૂ રૂપ લેતો થયો.

વિજ્ઞાન પદ્ધતિથી અપરિચિત માણસના દિલમાં કોઇ પણ જાતની પ્રેરણા ન કરી શકે એવાં ફૅરેડેના એક પ્રખ્યાત પ્રયોગનાં પરિણામ જોઇ રાજ્યપ્રકરણમાં અતિ કુશળ, પણ સાંકડી વિજ્ઞાન દૃષ્ટિવાળા ગ્લેડસ્ટને એક વાર તેને પૂછ્યું હતું કે તેની એ શોધની ઉપયોગિતા શી હતી. ફૅરેડે એ જવાબ વાળ્યો કે 'કેમ સાહેબ થોડા જ સમયમાં તમે એના પર કર નાંખી શકશો.' એણે કરી બતાવેલા પ્રયોગથી લાભ શો થાય એવો પ્રશ્ન એક વૃદ્ધ બાઇએ તેને બીજે ભાવે પૂછ્યો હતો. પ્રવાહમાપકની સોયની ક્ષણજીવી હીલચાલ બહુ અર્થસૂચક છે એમ તે ડોશીમાને ન જણાય એ તો સમજી શકાય એવી વાત છે. છતાં એવા જ પ્રશ્નના ફ્રૅંકલિને આપેલા જવાબની યાદ આપનાર 'બહેન, નવા જન્મેલા બાળકનો શો ઉપયોગ છે!' એવો ફૅરેડેનો પ્રશ્ન ખરેખર અર્થસૂચક છે, કારણ કે વિદ્યુત્લોહચુંબકપ્રવર્તન કાર્યની હયાતી બતાવનાર પ્રવાહમાપકની સોયની સહેજસાજ ભમી જવાની ગતિમાંથી માનવજાતના ઉપયોગ અને સગવડ માટે વિજળિક રોશની, વિજળિક મોટર યંત્ર, વિજળિક શક્તિ પેદા કરનાર વિદ્યુજ્જનક યંત્ર તથા આ શોધને ઓથેઓથે થયેલી બીજી અનેક અર્વાચીન શોધો થવા પામી છે.

## ૫. વિજળી અને લેાહચુંબકના વિષયમાં વધારે શેાધખેાળેા

ફેરેડેની શેાધખેાળેાની કથા કાંઇ હજુ આટલેથી પૂરી થતી નથી, કારણ કે વિજળીના ક્ષેત્રમાં તેણે કરેલી શેાધેા વિદ્યુલ્લેાહચુંબકના વિષયની આગળ બહુ લાંબે સુધી વિસ્તરે છે. ઘર્ષણથી પેદા થતી તથા વૉલ્ટાના ચરથી થતી વિજળી એક સરખી જ છે એ સિદ્ધ કરી બતાવવાના પ્રશ્નમાં ૧૮૩૫ ની સાલમાં ફેરેડેએ ખૂબ રસ લીધેા. તેણે વિદ્યુત્પૃથક્કરણ, એટલે કે વિજળીના પ્રવાહથી સંયુક્તદ્રવ્યેાનું પૃથક્કરણ કરવાના વિષયનું ક્ષેત્ર ખુલ્લું કર્યું હતું. વૉલ્ટાના ચરમાંથી મળતી વિજળીથી પેાટાશિયમ આયેાડાઇડનું પૃથક્કરણ થઇ જે તત્ત્વેાનેા તે બનેલેા છે તે એક એકથી અલગ થઇ જાય છે. પ્રવાહ વિજળીને બદલે ઘર્ષણ વિજળી પેદા કરવાના યંત્રમાંથી મળતી વિજળીનેા ઉપયેાગ કરવાથી તેવું જ પરિણામ નીપજી શકે છે એમ ફેરેડેએ બતાવ્યું.

વિદ્યુત્કેાષસમુચ્ચયમાંથી મળતેા વિજળીનેા પ્રવાહ, પ્રવાહ માપકની સેાયને ભમાવવાની અસર કરી શકે છે તેવીજ અસર ઘર્ષણ વિદ્યુદ્યંત્રમાંથી મળતા વિજળીના પ્રવાહથી પણ થાય છે એ અવલેાકનથી ઉપર જણાવેલી વિજળી પેદા કરવાની બે પદ્ધતિઓથી પેદા થતી વિજળી એકજ જાતની છે એવા તેના નિર્ણયનું સમર્થન થયું.

આ પ્રયેાગેાને પરિણામે કુદરતી રીતેજ ફેરેડે વિદ્યુત્પૃથક્કરણના કાયદાઓની ગણિત દૃષ્ટિએ તપાસણી કરવા પ્રેરાયેા. આ તપાસણીના સંબંધમાં તેણે યેાજેલા પારિભાષિક શબ્દેાનેા આજે બધે ઉપયેાગ થાય છે. પૃથક્કરણ કરવામાં વપરાતા કેાષના છેડા અથવા છેડે આવેલી સળીઓને તેણે કક્ષાંત (ઇલેક્ટ્રૉડ) એ નામ આપ્યું હતું. ધનવિજળી ધારણ કરતા છેડાને ધનકક્ષાંત (એનેાડ) અને ઋણ

વિજળી ધારણ કરતા છેડાને ઋણકક્ષાંત (કેથોડ) એવાં નામ તેણે આપ્યાં હતા. વિજળીક બળથી જેનું પૃથક્કરણ થતું હતું તે દ્રવ્યને તેણે વિદ્યુદ્ભેદ્ય (ઇલેકટ્રોલાઇટ) એ નામ આપેલું હતું. આ વિષયમાં ફેરેડેની કાર્યપદ્ધતિ નીચે મુજબ હતી. અમુક નિશ્ચિત પાણીના જથ્થાનું કેવા કેવા જુદા સંજોગોમાં પૃથક્કરણ કરી શકાય એમ છે તે નક્કી કરવાનો તેણે નિશ્ચય કર્યો. બે કક્ષાંતો એક વિદ્યુદ્ભેદ્ય દ્રાવણની અંદર બોળાતા રહેતા હોય તેવા કોષને આજે આપણે પૃથક્કરણકોષ (વોલ્ટામીટર) કહીએ છીએ. ચપટી ચકતીના આકારથી માંડી તદ્દન ઝીણા પ્લેટિનમ ધાતુના કક્ષાંતિવાળા સંખ્યાબંધ આવા વોલ્ટામીટરો ફેરેડેએ ગોઠવ્યા. તે દરેકનાં જુદાં જુદાં કક્ષાંતોની જોડ પર છુટા પડતા વાયુઓને ભેગા કરતા દરેક પ્રસંગમાં આમ એકઠા થતા વાયુનો જથ્થો એકસરખો જ થતો હતો એમ તેને જણાયું. આ ઉપરથી તેણે એવો નિર્ણય કર્યો કે 'વિજળીનો એક સરખો જથ્થો ખટવેલા પાણીથી ભરેલા કોષોની શ્રેણીમાંથી પસાર કરવામાં આવે છે ત્યારે તેવે પ્રસંગે થતું વિદ્યુદ્રસાયન કાર્ય, તે તે કોષમાં વપરાતા કક્ષાંતોના કદ પર આધાર રાખતું નથી.' નિર્બળ કે પ્રબળ પ્રવાહ વાપરતાં તેમજ પાણીમાંના તેજાબના પ્રમાણમાં ફેર કરતા, તેમજ એક કોષમાં બીજા કરતા તેજાબનું પ્રમાણ વધારે સખત રાખતાં છતાં પણ એકજ સરખાં પરિણામ આવતા જણાયાં હતાં. હવે તેની ખાત્રી થઇ કે 'આવે પ્રસંગે થતા રાસાયનિક કાર્યના પ્રમાણનો આધાર તેમાંથી પસાર થતા વિજળીના પ્રવાહના જથ્થા પર હોય છે.' હાલમાં આ તત્ત્વ ફેરેડેનો 'વિદ્યુત્પૃથક્કરણનો પહેલો કાયદો' એ નામથી ઓળખાય છે. આ નિર્ણય બહુજ અગત્યનો છે. કારણ કે ચુંબક અસરના ઉપયોગથી તદ્દન સ્વતંત્ર રીતે વિજળીનો પ્રવાહ માપવાનું એક વધારાનું અને ચોક્કસ સાધન આપણને મળી રહે છે. કારણ કે એકજ સમયમાં વિજળીના

એકમ જથ્થાથી કેટલું પૃથક્કરણ થાય છે તે જાણીએ તેા પ્રવાહ વિજળીના કેટલા એકમ વપરાયા હશે તે જાણવા માટે અમુક આપેલા સમયમાં કેટલું પૃથક્કરણ થયું તે માપવાનીજ માત્ર જરૂર રહે છે. ચુંબકત્વ અસર પરથી વિજળીના પ્રવાહ માપવાના યંત્રોની કસોટી કરવામાં આજકાલ આ પદ્ધતિના ઘણીવાર ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

આ પછી એક સરખા બળવાળા વિજળીના પ્રવાહથી જુદાં જુદાં દ્રવ્યોમાં થતાં વિઘટ્ટનોના પ્રમાણ વચ્ચેના સંબંધની તપાસણી કરવાનું કામ તેણે હાથ ધર્યું. એ પ્રયોગોને પરિણામે તેને જણાયું કે એવી રીતે એક સરખા બળવાળા વિજળીના પ્રવાહથી વિઘટ્ટન પામતાં જુદાં જુદાં દ્રવ્યોના પરિમાણેા અથવા જથ્થા વચ્ચે કાંઇક અવિકારી સંબંધ હોય છે એતેા નિ:સંદેહ વાત છે. એ પરિમાણેા નીચે મુજબનાં છે. દાખલા તરીકે એક એમ્પીઅરના બળને પ્રવાહ એક કલાકમાં ૪.૦૨૫ ગ્રામ ચાંદીનેા ઠાર પાડે છે, પછી વિદ્યુદ્ભેદ્યદ્રવ્ય તરીકે સિલ્વર નાઇટ્રેટ, સિલ્વર સાયેનાઇડ કે ચાંદીના ગમે તે સંયુક્ત દ્રવ્યનેા ઉપયોગ કર્યો હોય. તેવીજ રીતે એક એમ્પીઅર બળનેા પ્રવાહ એક કલાકમાં ૧.૧૮૧ ગ્રામ ત્રાંબુ તથા ૧.૨૦૩ ગ્રામ જસતનેા ઠાર પાડી શકે છે. એજ રીતે બીજી ધાતુઓના પ્રસંગમાં પણ બને છે. આ પરિમાણેા ચાંદી માટે ૪.૦૨૫, ત્રાંબા માટે ૧.૧૮૧, જસત માટે ૧.૨૦૩ વગેરે જુદાં જુદાં દ્રવ્યોનાં વિદ્યુદ્રસાયન દર્શાંક (ઇલેક્ટ્રો. કેમીકલ ઇક્વિવલન્ટસ)ના પ્રમાણમાં હોય છે. એ શબ્દના ચોકકસ અર્થની વિગતમાં ઉતર્યા વગર એટલુંતેા કહી શકાય કે અમુક આપેલા પ્રવાહથી, આપેલા વખતમાં અમુક દ્રવ્યનેા કેટલેા જથ્થેા ઠરે છે તે જાણીએ અને આ વિદ્યુદ્રસાયન દર્શાંક જાણતા હઇએ તેા તેજ પ્રવાહથી તેટલા જ વખતમાં બીજા કેાઇ દ્રવ્યનેા કેટલેા જથ્થેા ઠરવા પામશે તે આપણે ગણત્રીથી કહી શકીએ. ફેરેડેની ઘણી

અદ્ભૂત સિદ્ધિઓમાંની આ એક હતી અને આજકાલનાં વિજળીનાં તમામ પાઠ્યપુસ્તકોમાં તેના 'વિદ્યુદ્ભેદનના કાયદા' હંમેશાં જોવામાં આવે છે.

આ પછી તેણે સ્થિર વિજળીથી થતા પ્રવર્તનકાર્ય તરફ પોતાનું લક્ષ દોર્યું. કોલબે, વિજળીના જથ્થાઓના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણના કાયદાની ખીલવણી કરી હતી ગુરુત્વાકર્ષણ બળના વિષયમાં ન્યુટનના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણના કાયદા જોડેના આ કાયદાના સામ્યની દૃષ્ટિએ કોલંબે એમ માની લીધેલું હતું કે ગુરુત્વાકર્ષણની પેઠે વિજળીના જથ્થા ધારણ કરતા બે પદાર્થની વચ્ચે થતાં આકર્ષણ કે પ્રત્યાકર્ષણ 'દૂરથી થતાં કાર્યના નમૂના' રૂપ હતા. આનો અર્થ એવો થાય કે એવા પ્રસંગોમાં એક એકને આકર્ષતા કે પ્રત્યાકર્ષતા બે પદાર્થોની વચ્ચે આવેલી મધ્યસ્થ વસ્તુ તેની અસરોની બાબતમાં કંઇ જ ભાગ ભજવતી નથી. ફેરેડેને લાગ્યું કે એ માન્યતા ખરી નથી એટલું જ નહિ, પણ એથી ઉલટું તે બળના ફેલાવામાં અથવા તેને પસાર કરવામાં મધ્યસ્થ વસ્તુ બહુ મુદ્દાનો અને સજીવ ભાગ ભજવે છે. મધ્યસ્થ વસ્તુને માટે તેણે 'વિદ્યુદહિત' (ડાયેલેક્ટ્રિક) એ શબ્દ વાપર્યો હતો. હતો. અમુક પદાર્થો દૂર રહ્યા રહ્યા પરસ્પર આકર્ષણ કરે છે, એમ માનતાં પહેલાં માની લેવું પડે છે કે વિજળીના જથ્થા ધારણ કરતી બે ચીજો વચ્ચેનું આકર્ષણ સીધી રેખાની દિશામાં થાય છે; પણ ફેરેડેની શોધોએ બતાવી આપ્યું કે ખરું જોતાં પ્રવર્તનની રેખાઓ વાંકી હતી. આ રેખાઓને તેણે 'બળ રેખા' (લાઇન્સ ઑફ ફોર્સ) એવું નામ આપ્યું હતું. વળી તેણે બતાવી આપ્યું કે વિજળીના જથ્થા ધારણ કરતી બે ચીજો વચ્ચે થતું બળ તે બન્નેની વચ્ચે આવેલી મધ્યસ્થ વસ્તુને અનુસરી બદલાતું જણાતું હતું. આવી રીતે પોતે જેને મધ્યસ્થ વસ્તુની 'વિદ્યુદહિત ક્ષમતા

અવિકારી સંખ્યા ( ડાયેલેક્ટ્રિક કૉન્સ્ટન્ટ ) એવું નામ આપ્યું હતું, તથા હાલ આપણે જેને 'વિશિષ્ટ પરિવર્તક શકિત' ( સ્પેસિફિક ઇન્ડક્ટિવ કૅપેસિટી ) એ નામથી ઓળખીએ છીએ તે ધર્મની શોધ કરી. આ શોધ આગળ વર્ણવેલી શોધના જેટલી જ અગત્યની હતી. વાચકને યાદ હશે કે ઘણાં વર્ષ અગાઉ હેન્રી કૅવેન્ડિશે આ હકીકતની શોધ કરી હતી, પણ તેનું ધુનીપણું તથા જતિ જેવા તેના નિવૃત્તિ પરાયણ જીવનને લીધે તેની એ શોધ પ્રસિદ્ધિ પામી નહતી એટલે બીજા લોકોની પેઠે ફૅરેડેને પણ તેની એ શોધની ખબર નહતી.

ફૅરેડેએ બે એકકેંદ્રી ગોળા લીધા અને તે બંને વચ્ચે રહેતી જગામાં તેણે એક પછી એક જુદી જુદી મધ્યસ્થ વસ્તુઓ ભરી. પછી એ મધ્યસ્થ વસ્તુમાં થઇ થતા આકર્ષણ કે પ્રત્યાકર્ષણને તેણે હવામાં થઇ થતા તેવાં બળો જોડે સરખાવી જોયાં. આ પ્રયોગોનાં પોતાનાં પરિણામોને તેણે ૧૮૩૭ માં પ્રસિદ્ધ કર્યાં. હવાને માટે ૧ એ રકમ લેતાં, ગંધક માટે ૨.૨૧, લાખ માટે ૨.૦ તથા કાચ માટે ૧.૭ એવા આંકડા તેને મળ્યા.

હવે આપણે ૧૮૪૫ ની સાલ પર પસાર થઇએ. ૧૮૩૭ પછી ફૅરેડેએ કરેલી મહાન શોધનું તે વર્ષ હતું. બહુ ઝીણવટ ભર્યું અવલોકન કરતી નજર તથા સજીવ કલ્પના શકિતને બળે, કુદરતનાં વિવિધ ચમત્કારોને એક સૂત્રમાં લાવવાનો માર્ગ પોતાને હાથ આવતો તેને ઘણા સમયથી જણાતો હતો અને આ વર્ષમાં એક સુંદર પ્રયોગથી પ્રકાશ તથા વિજળી વચ્ચે ચોકકસ સંબંધ છે એ વાત બતાવવા તે શકિતવાન થયો. ૧૮૪૫ ના નવેંબરની ૨૪ મી તારીખે તેણે રૉયલ સોસાઇટીમાં એક લેખ લખી મોકલ્યો. તે લેખનું શીર્ષક "ઑન ધી મેગ્નેટાઇઝેશન ઑફ લાઇટ એન્ડ ધી ઇલ્યુમિનેશન ઑફ મેગ્નેટિક લાઇન્સ ઑફ ફૉર્સ" એવું હતું. એ શીર્ષક બહુ

સજીવ હતું. તે સમયે તેના મનમાં શું હતું તેની કોઈને પૂરી ખબર નથી. એમ છતાં પણ તેમાં નોંધાયેલો ચોક્કસ પ્રયોગ તથા તેનાથી મળતી શિક્ષા એ તો પૂરતાં સ્પષ્ટ હતાં. તેણે લખ્યું કે ' હું માનું છું કે સૃષ્ટિ જ્ઞાનના બીજા પ્રેમીઓની પેઠે હું ઘણા લાંબા સમયથી એવી માન્યતા ધરાવું છું કે દ્રવ્યનાં બળો જે વિવિધ રૂપોમાં આપણા જોવામાં આવે છે તે બધાનું આદિ ઉત્પત્તિસ્થાન એક જ છે. મારી આ માન્યતા ખૂબ દૃઢ થઈ પાકા મંતવ્ય રૂપ બની ગઈ છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો કુદરતનાં એ વિવિધ બળોનો એક એક જોડે એવો સીધો સંબંધ છે તથા તે એવાં તો એક એક પર આશ્રય રાખનારાં છે કે તેમાંના એકને બીજામાં રૂપાંતર પમાડી શકાય છે અને તે દરેકમાં કાર્યશક્તિ સરખા પ્રમાણમાં જોવામાં આવે છે. આ દૃઢ માન્યતા પ્રકાશને લાગુ પડતી હતી. '

' ધ્રુવત્વ પામેલો પ્રકાશ ' એ નામથી ઓળખાતી પ્રકાશની એક ખાસ સ્થિતિ પર લોહચુંબકતી શી અસર થાય છે તે જોવા માટે ફૅરેડેએ એક પ્રયોગ કર્યો હતો. સાધારણ રીતે તો પાણીનાં સ્પંદનો આગળને આગળ પસાર થાય એટલે પાણીમાં મોજાં થાય છે ને જ રીતે ' ઇથર ' માં થતાં સ્પંદનો આગળ ને આગળ વધતાં જાય એટલે પ્રકાશનાં મોજાં થાય છે. પણ તેજનાં મોજાં એક જ તલમાં મર્યાદિત થતાં નથી એ કારણે પ્રકાશનું કિરણ કલ્પી શકાય એટલા વિવિધ તલમાં થતાં મોજાંઓનું બનેલું છે. આકૃતિ ૧૦૨ જોવાથી દર્શાવ્યું છે તેનો અર્થ જરા વધારે સ્પષ્ટતાથી સમજાશે. અમુક એક મોજાને આપણે તેની એક કોરાણની દિશામાં જોઈએ તો આપણે માત્ર એક ટૂંકી સીધી લીટી જોઈ શકીએ. જે મર્યાદાઓમાં રહીને સ્પંદન થાય છે તે મર્યાદાઓ એ લીટી બનાવે છે. એ આકૃતિમાં પાંચ કિરણોના ઝૂમખા ને તે કિરણોના એક બાજુ અને છેડાને સ્પર્શી આપણી નજર જાય એવી રીતે આપણે જોઈએ

છીએ. ( કમનશીબે આ વર્ણનમાં આપણે વાપરીએ છીએ તે ભાષા વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ ખરી વસ્તુનો ચોક્કસાઇથી ખ્યાલ આપે એવી નથી. છતાં તેનો કાંઇક ખ્યાલ આપે એવી છે. ) તે બધાં કિરણો જુદાં જુદાં તલમાં સ્પંદ કરી રહેલાં છે. દાખલા તરીકે કિરણ ૧ લંબતલમાં છે કિરણ ૪ ક્ષિતિજ સમસત્ર તલમાં છે અને બીજાં એ બેની વચ્ચે તો વધારે ઓછાં પ્રમાણમાં ઢળતાં રહેલાં છે, છતાં એ બધાં કાગળના તલમાં આગળને આગળ વધતાં જણાય છે.

હવે આ દુનીઆમાં કેટલાક એવા પારદર્શક કે અર્ધ પારદર્શક દ્રવ્યો છે જેમને તેજની સામે ધરતાં, ઉપર વર્ણવી છે તેવી અસર જોવામાં આવે છે. ઉપર વર્ણવ્યું છે તેવું તેજનાં કિરણનું ઝુમખું આવા દ્રવ્યની સપાટી પર અથડાય છે, ત્યારે અમુક એક તલમાં પસાર થતાં કિરણ સિવાયનાં બીજા તમામ કિરણને તે પોતાનામાંથી પસાર થતાં અટકાવે છે. આને પરિણામે તેમાંથી પસાર થતું તેજ, તેની ઉપર પડતા તેજ કરતાં બહુ ઝાંખું હોય છે કારણ કે તેમાંથી માત્ર એક જ તલમાં સ્પંદન પામતાં કિરણો પસાર થઇ શકે છે. તેજના કિરણોના માર્ગમાં આવેલી મધ્યસ્થ વસ્તુ, આકૃતિ ૧૦૨ માંની તુટક લીટીઓથી બતાવેલા તેજના કિરણના ઝુમખામાંના કિરણ ૨ ના સ્પંદનતલની સમાંતર દિશામાં આવેલા સળીઆની જાળી રૂપ હોય એવી અસર કરે છે. તે તેજના ઝુમખામાંનાં બીજાં બધાં તેજનાં કિરણ તે જાળીથી આગળ વધતાં અટકી જાય છે. અને માત્ર કિરણ નંબર ૨ ની સમાંતર દિશામાં આગળ વધતાં કિરણો જ તે અંતરાયમાંથી સહેલથી પસાર થઇ શકે છે. આવા દ્રવ્યમાંથી પસાર થઇ નીકળતાં તેજનાં કિરણ એકતલગુણત્વ પામેલાં ( વન પ્લેન પોલેરાઇઝડ ) કહેવાય છે. પોતામાંથી પસાર થતાં તેજનાં કિરણો પર આવી અસર કરવાનો ધર્મ ઘણાં દ્રવ્યોમાં હોય છે. ' ટુર્મેલીન ' નામનું દ્રવ્ય એના જાણવા જેવા દૃષ્ટાંતરૂપ છે.

ફેરેડેના પ્રયોગનું યથાર્થ સ્વરૂપ સમજવા માટે આપણે હવે શક્તિવાન થઇશું. તેણે તેજનાં કિરણને ધ્રુવત્વ પમાડવા માટે 'સીસાનો સિલિકોબોરેટ ' એ નામથી ઓળખાતા જાડા, ભારે કાચનો ઉપયોગ કર્યો. એ કાચ પર પડતો પ્રકાશ ધ્રુવત્વની અસર વિનાનો હતો, પણ તેમાંથી પસાર થઇ નીકળતાં પ્રકાશનાં કિરણ ધ્રુવત્વ પામેલાં હતાં. ' નિર્કોલના કોણ કાચ 'થી એ કિરણો કયા તલમાં ધ્રુવત્વ પામેલાં છે તે નક્કી કરવાની વ્યવસ્થા રાખવામાં આવી હતી. આ નિર્કોલના કોણ કાચ વચ્ચે છેદવાળો ' કેલ્સાઇટ ' નામના દ્રવ્યનો એક ટુકડો હતો અને તે ગોળ ફેરવી શકાય એવી રીતે ગોઠવેલો હતો. આ ગોઠવણથી જાણે પહેલી જાળીની નીચે એક બીજી જાળી ગોઠવી હોય એવી અસર થતી હતી. હવે પહેલા કાચ-માંથી પસાર થતાં કિરણ ધ્રુવત્વ પામેલાં હોવાથી આ બીજી જાળીના સળીઆ તે ધ્રુવત્વ પામેલાં કિરણોના ધ્રુવત્વતલની દિશામાં ન આવેલા હોય ત્યાં સુધી બીજી જાળીરૂપ ' નિર્કોલના કોણ કાચ ' માંથી તે કિરણો પસાર થઇ શકે નહિ. આમ હોવાથી તે કોણ કાચને ફેરવતાં, તેના સળીઆ ધ્રુવત્વ પામેલાં કિરણો પસાર થઇ શકે આમ થતાં એવી દિશામાં આવી જતાં. પસાર થતાં અટકેલાં કિરણ ઓચીંતાં પસાર થાય છે, અને નીચલા ટુકડાને કેટલા અંશને ખૂણે ફેરવતાં એ બનાવ બને છે તેની નોંધ લઇ શકાય છે. આ રીતે બધાં સાધન ગોઠવ્યા પછી ફેરેડેએ તે બધાંને એક પ્રબળ લોહચુંબકના બે ધ્રુવ વચ્ચે એવી રીતે મૂકયાં કે પેલા જાડા કાચમાંથી પસાર થતાં તેજનાં કિરણ તથા લોહચુંબકના ધ્રુવો વચ્ચેની ચુંબક બળ રેખાઓની દિશા એક જ થાય. આમ કર્યું કે તુરત જ પહેલાં ' નિર્કોલના કોણ કાચ 'માંથી પસાર થતાં ધ્રુવત્વ પામેલા તેજનાં કિરણ એકદમ, પહેલાંની પેઠે તેમાંથી પસાર થતાં બંધ થયાં,

અને તે કોણ કાચને ફરીથી ફેરવી જુદે ખૂણે આણ્યો, ત્યારે જ તે તેમાંથી પસાર થતાં જણાયાં. આથી એમ સાફ પૂરવાર થયું કે ચુંબકત્વવાળા ક્ષેત્રની અસરથી ધ્રુવત્વ પામેલા તેજનાં કિરણ તેમની મૂળગતિના તલમાંથી ભમી ગયાં. ચુંબકત્વની આ અસર દૂર કરતાં તુરત જ તે તેજનાં કિરણ તેમના પહેલાના તલમાં ગતિ કરતાં થઇ ગયાં. પાછળથી લોહચુંબકને બદલે, કેંદ્રમાં કાચની મધ્યસ્થ વસ્તુવાળું વિજળીનો પ્રવાહ વહેતું તારનું ગુચળું લઇને ફેરેડે એવાં જ પરિણામ મેળવી શકયો હતો.

આ પ્રમાણે વિજ્ઞાનના ઇતિહાસમાં પહેલી જ વાર પ્રકાશ અને વિજળીબળ વચ્ચે ચોકકસ સંબંધ છે એ વાત સિદ્ધ કરવામાં આવી, અને તમામ કુદરતી બળોનો આખર અર્થ શો છે એ પ્રશ્નના નિરાકરણની દિશામાં બહુ જાણવા જેવી પ્રગતિ થઇ. ટીન્ડૉલ આ શોધને ' મંજુષાના રત્ન ' રૂપે વર્ણવે છે અને વળી ઉમેરો કરે છે કે ' પર્વતોના શૃંગોમાં રહેતા, ઉચ્ચ, સુંદર અને એકાકી એવા કસ્તુરીમૃગ જોડે તેને સરખાવવું મને ગમે. '

પણ આપણે હમણાં જ વર્ણવી ગયા તે પ્રયોગના પરિણામ રૂપ થયેલી એક વધારાની શોધનો ઉલ્લેખ કર્યા વગર ફેરેડેએ વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં જે પ્રાપ્તિ કરી છે તેની નોંધ પૂરી થાય એમ નથી. ૧૮૪૫ ના ડીસેંબરની ૧૮ મી તારીખે રૉયલ સોસાયટી આગળ રજુ કરેલા એક લેખમાં તેણે એની એ શોધ પ્રસિદ્ધ કરી. ' ઑન ધ મેગ્નેટિક કંડિશન ઑફ ઑલ મેટર ' એવું તે લેખનું શીર્ષક હતું. માત્ર લોઢું તથા નિકલ એ બે જ દ્રવ્યોમાં લોહચુંબકથી ખેંચાવાના ધર્મ હોય, એ તેને મન બહુ જ અસંગત લાગતું હતું, અને પરિણામે ઘણા સમયથી એ બાબત તરફ એનું લક્ષ ખેંચાયું હતુ. અનુકુળ સંજોગોમાં બીજાં દ્રવ્યો પણ

ચુંબકત્વનો ધર્મ બતાવવા શકિતવાન થઇ શકે એમ તેના મનમાં ઉગી ઉઠયું. આવી શંકા મનમાં ઉભી થતાં તે એ દૃષ્ટિએ જુદાં જુદાં દ્રવ્યોની કસોટી કરવા લાગ્યો, અને થોડા જ સમયમાં લોહું અને નિકલ એ બેની યાદીમાં તે કોબાલ્ટનો ઉમેરો કરવા શકિતવાન થયો. ૧૮૪૫ ના નવેમ્બરની ૪ થી તારીખે એક રેશમના દોરાથી તેણે એક ભારે કાચનો સળીઓ લટકતો રાખ્યો, અને પછી તે સળીઆના બંને છેડા એક જબરી વિદ્યુત્લોહચુંબકના ધ્રુવો વચ્ચે રાખ્યા. આ સળીઓ કાચને બદલે લોઢાનો હોત તો ચુંબકત્વબળ લોઢાને સહેલાઇથી ભેદી શકે છે તે કારણે આપણે જાણીએ છીએ કે તે સળીઓ એ લોહચુંબકની બળરેખાઓને સમાંતર એટલે કે તે લોહચુંબકના ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવોને જોડનારી રેખાની દિશામાં આવી જાત. ઉપરનો પ્રયોગ કરતાં લોહચુંબકના ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવોને જોડનાર બળરેખાઓને કાટખૂણે એ કાચનો સળીઓ રહ્યો અને તેમ કરી ચુંબકથી ખેંચાવાને બદલે તેનાથી દૂર થવાનો ધર્મ તેણે બતાવ્યો તે જોઈ ફૅરેડેને કેટલો અચંબો થયો હશે તેની કલ્પના કરો. ફૅરેડેએ આ ચમત્કારને ' ચુંબકત્વ વિરોધ ' ( ડાયા-મેગ્નેટિઝમ ) એવું નામ આપ્યું. આ ચમત્કાર આથી વહેલો તેના જોવામાં ન આવ્યો, તેનું કારણ એ હતું કે અત્યાર સુધી, તેની પાસે પૂરતા બળવાળી લોહચુંબક નહતી. તેણે હજી વધારે વિસ્તારમાં અવલોકનો કર્યાં અને પરિણામે તેની ખાત્રી થઇ કે દ્રવ્યમાત્ર કાં તો ' ચુંબકત્વપર ' ( પેરામેગ્નેટિક ) અથવા ચુંબકત્વ વિરોધી હોય છે. ગંધક, રબર તથા માનવદેહના કોષસમૂહો ઉપલા બે વર્ગોમાંના બીજામાં આવતાં દ્રવ્યોના દૃષ્ટાંતરૂપ છે. આ છેલ્લા દ્રવ્યનો ઉલ્લેખ કરતાં તે કહે છે કે ' મહમદના કફનની પેઠે, કોઇ આદમી ચુંબક ક્ષેત્ર માંથી પસાર થાય તો પૃથ્વીના ધ્રુવોને જોડનાર રેખાને કાટખૂણે રહે એ પહેલાંની પેઠે તેમાં

## ૬. ફૅરેડેનું પાછલું જીવન

આટલું ફૅરેડેના વિજ્ઞાની તરીકેના જીવન વિષે; પણ એક માનવ તરીકેના તેના જીવનનું શું ? વિચારક તરીકે આટલો બધો અદ્ભૂત હોવા છતાં, તેનું ખાનગી જીવન અતિશય સાદું હતું. તેને પોતાને તો કોઇ સંતાન હતા નહિ, પણ ૧૮૩૦ થી ૧૮૪૦ સુધીના એક દાયકાના સમય સુધી, તેની ભત્રીજી મિસ જ્હેન બર્નાડ, તેની તથા તેની પત્ની જોડે રહેવા આવી અને તેની પાસેથી આ તત્વજ્ઞની દિનચર્યાની નીચે મુજબની રોચક કથા આપણને મળે છેઃ—

'કપડાં પરના ઓઢામાં કાણાં પડી ગયાં હોય એવા વેશમાં તેની શોધોને લગતા પ્રયોગો પાછળ ખૂબ મહેનત કરતો અમે તેને જોતાં. બહુ કામમાં હોય અને અમે તેની પાસે જઇએ તો તે અમને જોઇ માત્ર નમનઓઠમાં માથું નમાવે એટલે મારાં કોઈ છાનાંમાનાં દૂર જઇ બેસે. થોડી વારે પાટી પર નોંધ કરી અમારી જોડે વાત કરવા તે મોં ફેરવે. કેટલીવાર અમુક રમત રમી સાંજ પસાર કરવા મેડીએ આવવાનું તે કબુલ કરતો, પણ સાથે સાથે પોતાનો પ્રયોગ પૂરો કરવા માટે અર્ધોએક કલાક તદ્દન શાંતિથી કામ કરવાની શરત કરી લેતો. કરામત ભરી તમામ રમતો તેને બહુ ગમતી એટલુંજ નહિ, પણ તેવી રમતોમાં બીજાઓથી તે બહુ ચઢી જતો હતો. થોડા સમય માટે તેને 'ચાઇનીઝ પઝલ'નો શોખ લાગ્યો હતો. બીજી એકવાર તેની તબીયત ઠીક નહતી તે સમયમાં તે કાગળના આવાની ચીજો બનાવી મનરીઝવણું કરતો હતો અને તેની ચપળ અને હળવી આંગળીઓથી તેમાંથી કબાટ, કબુતરની પરવડી વગેરે બનાવી કાઢતો. ઉદાસ અને કાંઈ ન ગમે એવી અવસ્થામાં હોય, ત્યારે તેની પત્ની તેને બ્રાઇટન કે એવા કોઇ હવા ખાવાને સ્થળે થોડા દિવસો માટે લઇ જતી અને સામાન્ય રીતે આવી મુસાફરી

પછી તેઓ તાજા અને નવશક્તિ ભર્યાં થઈ આવતાં હતાં ઘણી વાર તે આવી ઉદાસીન દશાની પરાકાષ્ટામાં આવી પડતો હતો. એકવાર કોઈ આડકંટાઇ જગાએ તેઓ ગયાં હશે અને ત્યાં વાવાઝોડું થઈ હવા ખુબ ભીની થઈ ગઈ હતી અને મન રીઝાવવાનું કોઈજ સાધન નહતું, ત્યારે એક કાગળ પર લીટીઓ દોરી ખાનાં પાડી તેણે એક મજાનું 'ક્રીકેટ'ની રમત રમવાનું પાટીઉં બનાવી કાઢ્યું અને સફેદ તથા ગુલાબી ટીકડીઓને કુકડીઓ તરીકે વાપરી તેનાથી રમત રમવાની ગોઠવણ કરી...

ઘણીવાર સાંજના તેઓ 'જનાવરના બાગમા જતા અને ત્યા રાખેલાં પ્રાણીઓને, ખાસ કરીને નવાં આવેલા પ્રાણીઓને જોવામાં ખૂબ રસ લેતાં, પણ તેને તો માંકડાના ખેલ જોવામા બહુ મઝા પડતી. આવે પ્રસંગે આખમાથી આંસુ નીકળી પડે અને ગાલ પર થઈ વહ્યા જાય ત્યાંસુધી હસતો અમે તેને જોયો છે. નટ તથા ઉલગુલાંટ ખાનારા તેમજ કદાવર શરીરના પહેલવાનો તથા ઠીંગુજીઓના અદ્ભુત ખેલો જોવાનું તે કદી ચુકતો નહિ. પંચ અને જુડીના ખેલ પણ તેને આનંદ આપવાનાં અચુક સાધનરૂપ હતાં '

ફેરેડેની પ્રકૃતિ હમેશા સ્વચ્છ અને નિયમિત રહેવાની હતી. તેની પ્રયોગશાળામાં દરેક વસ્તુ માટે ચોક્કસ સ્થાન નક્કી કરેલું હતું એટલુંજ નહિ, પણ તે ચીજ તે સ્થાને હોવીજ જોઇએ એમ હતું. તે આઠ વાગે હાજરી ભરતો અને ત્યારથી માંડી આખી સવાર પ્રયોગશાળામા ગાળતો તે અઢી વાગે ભોજન કરતો અને પછી પોતાના લેખો લખવા તથા બીજા દિવસના કામની તૈયારી કરવા તે અભ્યાસ ગૃહમાં નિવૃત્ત થતો. તેના પુરોગામી સર હંફ્રી ડેવી પેઠે તે બહુ સહજ અને મોહિનીભર્યો વ્યાખ્યાનકાર હતો. તેનાં વ્યાખ્યાનો સાભળવા લોકોની ઠઠ્ઠ જામતી અને તે સૌ ખૂબ પ્રસન્ન થઇ ઘેર જતા. તેને

પેાતાને વ્યાખ્યાને આપવામાં ખાસ કરીને નાના નાના કિશેારાને વ્યાખ્યાને આપવામાં ભારે મજા પડતી, કારણકે તેને નાનાં છેાકરાં બહુ ગમતાં હતાં.

કામના ભારની તેની તબીયેત પર બહુ ગંભીર અસર થવા માંડી અને પરિણામે ૧૮૩૮થી ૧૮૪૧ સુધીનાં વર્ષોમાં તેની તબીયેત ઉપરાઉપરી અનેકવાર લથડી પડી હતી. આવે પ્રસંગે તેની પત્નીની હેતભરી માવજતથી તે બચવા પામ્યેા હતેા જો કે બે વર્ષ સુધી તેા તેને વિજ્ઞાનનું વાંચન સુદ્ધાં તદ્દન છેાડી દેવાની ફરજ પડી હતી. ૧૮૪૧ માં તેની પત્ની તેને હવાફેર માટે સ્વિટ્ઝર્લૅન્ડ લઇ ગઇ. તેનેા ભાઇ કલાકાર જ્યૉર્જ બર્નાડ આ મુસાફરીમાં તેમની સાથે ગયેા હતેા. આ ગાળામાં તેની તબીયેત ઘણી જ નાજુક બની ગઇ હતી અને સાધારણ વાતચીત કરતાં પણ તેને દુઃખ થતું હતું. આમ છતાં પણ આખરે તેની તબીયેત ઠેકાણે આવી અને ૧૮૪૩ માં સુધરેલી તબીયેત સાથે તથા પેાતાના કામ માટે તૈયાર થઇ તે ઇંગ્લૅંડ પાછેા ફર્યો.

આ સમય દરમિયાન, આખી દુનીઆભરનાં વિદ્વન્-મંડળેા તેને પેાતાના સભ્ય તરીકે ચુંટતાં હતાં. રૉયલ સેાસાઇટીએ પેાતાને જેટલા ચાંદ આપવાની સત્તા હતી તે બધા તેને ઇનાયત કર્યા, અને બે વાર તેા 'કેાટલી' ચાંદ આપેા. વળી જુદાં વિદ્યાપીઠેાએ માનદ ઉપાધિએાનેા તેની પર વરસાદ વરસાવ્યેા અને પરદેશના સમ્રાટેાએ તેને વિવિધ માનનીય પદેાથો નવાજ્યેા. ૧૮૪૪ માં ફ્રાંસે તેને 'એકેડેમી ઑફ સાયન્સીઝ'ના આઠ પરદેશી સભ્યેામાંના એક તરીકે પસંદ કરી, આંતરરાષ્ટ્રીય વિજ્ઞાનીની 'ભૂરી પટ્ટી' આપી. આમ ચેામેરથી માનની વૃષ્ટિ થતી હતી છતાં તેણે તેમાંનું એકપણુ માન મેળવવાની આતુરતા રાખી નહતી. રૉયલ સેાસાયટીના પ્રમુખનું

પદ ખાલી પડ્યું અને તે સોસાયટીની સમિતિએ સર્વાનુમતે તેને તે સ્વીકારવા સૂચવ્યું ત્યારે ઈંગ્લૅન્ડના વિજ્ઞાનીઓના એ ઉંચામાં ઉંચા પદને સ્વીકારવાની તેણે ના પાડી. પોતાના જુના મિત્ર અને શિષ્ય ટીન્ડૉલને તેણે કહ્યું કે 'ટીન્ડૉલ, હું તો મારા અંતકાળ સુધી સાદો માઇકલ ફૅરેડે જ રહીશ.'

૧૮૩૫ માં બનેલો એક બનાવ ઠીક નોંધવા જેવો છે. વાંચકને યાદ કરવાની જરૂર છે કે ખાનગી કામને અંગે મળતી કમાણીનો ત્યાગ કરવાથી ફૅરેડે નાણાંની દૃષ્ટિએ ગરીબ હતો. તે વખતના રાજ્યસત્તાના મુકાની રૉબર્ટ પીલે તેના કાર્યને માટે રાષ્ટ્રે કરેલા આભાર દર્શનના ચિહ્ન તરીકે એ મહાન તત્ત્વજ્ઞને પાઉન્ડ ત્રણુસોનું સાલીઆણું બાંધી આપવાની ઇચ્છા કરી. ફૅરેડેની પહેલી ઉર્મિ તો એનો અસ્વીકાર કરવાની થઈ, પણ તેના મિત્રોએ તેને તેમ ન કરવા સમજાવ્યો, અને કહ્યું કે એ સાલીઆણું દાનરૂપે નહતું પણ એક પારિતોષક રૂપે, વિજ્ઞાનને અપાયેલા અભિનંદન રૂપે હતું.

પણ આ બાબતમાં કાંઇ ચોકકસ નિર્ણય થઇ શકે તે પહેલાં પીલે તેનો હોદ્દો છોડયો અને તેની જગાએ લૉર્ડ મેલબૉર્ન આવ્યો. તેના પુરોગામી કરતાં આ પુરૂષની વિજ્ઞાન પ્રત્યેની દૃષ્ટિ જુદી હતી. તેની પાસે નિકાલ માટે એ કામ યથાવિધિ ક્રમમાં આવતાં તેણે ફૅરેડેને બોલાવી મંગાવ્યો. તે બનેની એ મુલાકાત બહુ કમનસીબ નીવડી. 'તે આદમીથી તદ્દન અણજાણ' મેલબૉર્ને તેના સંબંધમાં 'ઢોંગી' અને એવા શબ્દો ઉચ્ચાર્યાં. ફૅરેડેને આથી બહુ માઠું લાગ્યું અને તે ત્યાંથી ઉઠી ગયો. સૈર જઇ પોતાની બાબતમાં થયેલી દરખાસ્ત જોડે પોતાને કાંઇ લેવા દેવા નથી, અને તેની મારફત વિજ્ઞાનનો આદર કરવાના તેઓ સાહેબના ઇરાદાની બાબતમાં દેખીતી રીતે પોતાની ગેરસમજ થઇ હતી, એવી મતલબનો

પત્ર તેણે તેની પર લખી દીધેા. તે ખુશમીજાજી ઉમરાવે શરૂઆતમાં તેા આ બાબતને એક મજાના લતીફા રૂપ માની લીધી, પણ પાછળથી તે પ્રશ્નને વધારે ગંભીરતાથી વિચારી જોવા તે પ્રેરાયેા. ફૅરેડે તથા એ પ્રધાન એ બંનેની સમાન મિત્ર એવી એક ઉત્તમ સ્વભાવની બાઇએ તે બંનેની વચ્ચે મેળ કરવાનેા પ્રયત્ન કર્યો, પણ ફૅરેડે એ પકડેલી હઠ છેાડાવવાનું કામ તેને બહુ અઘરું લાગ્યું. ઘણા નિષ્ફળ પ્રયત્નેાને અંતે લેાર્ડ મેલબૉર્ને શું કરે તેા તે તેની હઠ છેાડવા કબુલ થાય તે જણાવવાની તેણે તેને વિનંતિ કરી. તેણે જવાબ વાળ્યેા કે ' મને ઉદ્દેશી વાપરેલા શબ્દેાને માટે તે નામદારે લેખી માફી માગવી જોઇએ પણ મારી આ માગણી તેઓ સ્વીકારશે એમ માનવા મને હક્ક પણ નથી અને તેવી આશા રાખવી એ વ્યાજબી પણ નથી. ' પણ તેણે માગેલી પૂરેપૂરી અને ખુલ્લા દીલની લેખી માફી ખરેખર આવી. આપણા આ તત્ત્વજ્ઞ તથા મુખ્ય પ્રધાન બંનેને માટે એ ખરેખર યશભર્યું હતું. આમ થતાં જે સાલીઆણું તેને આપવાની માગણી થઇ હતી તે ફૅરેડેએ આખરે સ્વીકાર્યું.

સફેદવાળવાળેા, ભૂરી આંખેાવાળેા, માયાળુ ચહેરાવાળેા તથા રીતભાતે નમ્ર છતાં ફૅરેડેની પ્રકૃતિ તાતી હતી, અને તે જરા જરામાં ઉકળાઇ પડતેા. ટીન્ડૉલ કહે છે કે ' તેની મીઠાશ અને નરમાશ નીચે જ્વાળામુખીની ગરમી ભરેલી હતી. તે બહુ ચીડાઇ જાય એવી ઉગ્ર પ્રકૃતિનેા હતેા; પણ તે પ્રકૃતિને વ્યર્થ આવેશમાં નાશ ન પામવા દેતાં, ઉંચા પ્રકારના સંયમથી તેણે તે અગ્નિને એક કેંદ્રસ્થ અંગાર તથા જીવનના પ્રેરકબળમાં પલટી નાંખી હતી. '

આ તત્ત્વજ્ઞના જીવનનાં છેલ્લાં વર્ષ શાંતિભર્યાં હતાં. ૧૮૬૨ માં પેાતાની શક્તિઓના ક્ષયનું તેને ભાન થયું અને તેથી તેને બહુ લાગી આવ્યું, અને રૉયલ ઇન્સ્ટિટ્યુશનમાં તેના શ્રેાતાઓને

તેણે કહ્યું કે તે પોતે તેમની વચ્ચે જોઇયે તે કરતાં વધારે સમય રહી ચૂકયો હતો. તેની ઉમ્મર સીતેરથી વધારે થઇ હતી અને તેનું શરીર તથા મગજ બંને થાકી ગયાં હતાં. આથી તે તેની પત્ની તથા ભત્રીજીની મમતાભરી માવજતનો વિષય થઇ રહ્યો. તેમણે તેના અનેક માયાળુ મિત્રોની મદદથી તેનાં જીવનનાં છેલ્લાં વર્ષોના ગાળાને શાંતિભર્યો તથા અંતને માટે ધીરજથી ઇશ્વરેચ્છાને આધીન બનવાની વૃત્તિવાળો કર્યો.

૧૮૬૫ ની સાલના અંતભાગમાં તેને એક માંદગીનો હુમલો લાગ્યો, અને તેમાથી તે ઉભો થવા ન પામ્યો. ધીમે ધીમે દિન પર દિન વધતો જતો, પણ દુઃખ ન દેતો લકવો તેના શરીર પર કાબુ મેળવતો ગયો તેનો ઘણો ખરો સમય નિદ્રામાં જ જતો, પણ જેટલો સમય તે જાગત રહેતો તે પણ હમેશાં શાંતિમાં જ પસાર થતો. તેની તબીયેતની પૂછપાછ તો સેંકડોની સંખ્યામાં થયા કરતી હતી, પણ તે ભાગ્યે જ કોઇને મળતો. તેણે એકવાર કહ્યું હતું કે 'ટીન્ડૉલ, દુનીઆમાં દશે દિશામાંથી મારી પર ભલી ઇચ્છાઓ અને સહાનુભૂતિનાં વહેણ વહી રહ્યાં છે એજ મારાં કામનો મીઠામાં મીઠો બદલો અથવા ઇનામ છે.' વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં તેની પ્રવૃત્તિ સક્રિય હતી તે ગાળા દરમિયાન પણ એમજ હતું અને તે મરવા પડયો હતો ત્યારે પણ એજ પરિસ્થિતિ ચાલુ હતી. ૧૮૬૭ ના ઑગસ્ટની ૨૫ મી તારીખે તેનો અંત દિવસ આવી લાગ્યો. 'ધીમે ધીમે અને શાંતિથી આ જીવનમાંથી તે આખરી વિશ્રાંતિમાં ડુબતો ચાલ્યો, અને આખરે અંત આવ્યો ત્યારે તેનું મરણ નિદ્રાવશ થવા સમું હતું. પાકી વયે તથા પુરા સન્માન સાથે તે આપણને છોડી ગયો. તે બહુ સારી લડાઇ લડી ગયો અને ફરજનું કાર્ય–હું તેને મહત્નું કાર્ય નહિ કહું આખરે પૂર્ણ થયું.'

# લૉર્ડ કેલ્વિન અને વ્યવહારમાં કામે લગાડેલું વિજ્ઞાન

---

## ૧. બાલ્યાવસ્થાની નોંધ

ઓગણીસમા સૈકાના પાછલા અર્ધભાગમાં લૉર્ડ કેલ્વિને વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં મેળવેલી ખ્યાતિ બીનતકરારી હતી. શોધખોળ તથા નવસર્જનના ક્ષેત્રમાં તેણે આપેલા ફાળાનાં અગત્ય તથા સંખ્યા ખરેખર ધ્યાન ખેંચે એવાં છે, છતાંય એમાંનાં ઘણાંખરાંની બાબતમાં આપણે મૌન સેવવું પડે એમ છે, કારણ કે કેલ્વિન બહુ ઝળકતી શક્તિઓવાળો ગણિતશાસ્ત્રી હતો અને તેની ઘણી ખરી શોધો એવી તો ગહન હતી અને તેની અંદર ઉચ્ચ ગણિતશાસ્ત્રની દલીલો એવી તો અંતર્ગત થઇ ગયેલી હતી કે તે કારણે તે ઘણા ખરા લોકોની પહોંચ બહારનો વિષય થઇ પડી હતી. આમ હોવાથી તેવા લોકોએ મનુષ્ય જાતિની તેણે બજાવેલી જાણવાજેવા સેવાના ક્ષેત્રના એક ખંડમાત્રની ઝાંખી કરાવતી તેની કારકીર્દિના એક મર્યાદિત અંશના અવલોકનથી સંતોષ માનવો જોઇશે. તેની કારકીર્દિનો તેટલો અંશ પણ તેને માટે અદ્વિતીય સ્થાન નિશ્ચિત કરવા માટે પૂરતો છે. ઉપર કરેલી ટીકામાં અમે તેના 'વ્યવહાર ભૌતિકવિજ્ઞાની' તરીકેના કાર્યનો ઉલ્લેખ કરીએ છીએ; એટલે કે માનવ જીવનનાં નિત્યનાં કાર્યોમાં વિજ્ઞાનના સિદ્ધાંતને ચુસ્ત રીતે લાગુ પાડવામાં આવે છે -ત્યારે જ તે બરાબર થાય છે એ વાતનો સંગીન રીતે ઉપદેશ કરનાર તથા આચારમાં મૂકનાર વ્યક્તિ તરીકે તેના કાર્યનો ઉલ્લેખ કરીએ છીએ. દાખલા તરીકે કેલ્વિનના પ્રબળ પ્રભાવને કારણે જ હમેશને

માટે દુનીઆની પ્રતીતિ થઇ કે મારામાં મારો એન્જીનીયર હમેશાં માથે સાથે ખરો વિજ્ઞાની હોય છે.

વિલિયમ થૉમ્સન ૧૮૨૪ ના જુનની ૨૦ મી તારીખે બેલ્ફાસ્ટમાં જન્મ્યો હતો. બેલ્ફાસ્ટના 'રૉયલ એકેડેમિકલ ઇન્સ્ટિટ્યુટ'ના ગણિતના અધ્યાપક જેમ્સ થોમ્સનનો તે બીજો પુત્ર હતો. બહુ નાની જગાએ જીવન શરૂ કરી સખત મહેનત તથા સંકલ્પને બળે તે એ સ્થાને ચઢી આવવામાં સફળ થયો હતો. વિલિયમની મા મિસ ગાર્ડિનર નામની બાઇ હતી અને તે ગ્લાસગોના એક વેપારીની પુત્રી હતી. થોમ્સનો મૂળે 'કૉવેનંટ'ના દિનોમાં ધાર્મિક જુલમથી બચવા સ્કોટલેંડ છોડી દેશાવર ગયેલા લોકો પૈકીના હતા એ વાત લક્ષમાં લેતાં, વિલિયમ તથા તેના પિતામાં આયર્લૅન્ડમાં જન્મેલા આઇરિશ તરીકેનો કુદરતી ગર્વ હોવા છતાં તેમનામા મોટે ભાગે સ્કોચ્સમેનનાં લક્ષણો હતાં, અને ટ્વીડની ઉત્તરે આવેલા પ્રદેશોમાં જન્મેલા તમામ આદમીઓ તેમને મગરૂર સ્કોટલેન્ડના જ વતની ગણે છે.

અને ખરેખર 'દૃષ્ટિની ગંભીરતા તથા ખરવટ અભિરૂચિ' એ કહેતી રૂપ થઇ પડેલાં સગમરી સ્કૉટ કુટુંબનાં લક્ષણો થૉમ્સનોમાં મોજુદ હતાં. તેમના કુટુંબમાં ચાર છોકરા અને ત્રણ છોકરીઓ હતી અને કમનશીબે તે બધાં હજુ નાનાં હતાં તે અરસામાં મીસિસ થૉમ્સન મરણ પામી એટલે તે બધાને ઉછેરી મોટાં કરવાની મુખ્ય જવાબદારી પ્રોફેસરને માથે આવી પડી. પૂરા દિલથી તેણે તે જવાબદારી ઉઠાવી લીધી અને અતિશય પ્યાર તથા કડક નિયમનનો તેણે એવો તો સંયોગ કર્યો, અને તેમાં એવી તો સફળતા મેળવી કે આખરે તેના બધા છોકરા જે જે સક્રિયતાના ક્ષેત્રોમાં મૂકાયા તેમાં તેમણે સારી નામના મેળવી

૧૮૩૨ માં વિલિયમ માત્ર આઠ વર્ષનો હતો તે અરસામાં

તેના પિતાને ગ્લાસગો વિદ્યાપીઠમાં ગણિતના અધ્યાપકની જગાનું કહેણ આવ્યું એટલે પોતાનું આખું કુટુંબ લઇ તે આયર્લૅન્ડ છોડી સ્કોટલૅન્ડ ગયો. આવી રીતે તે કુટુંબને ગ્લાસગો જોડે બંધાયેલો સંબંધ ૧૯૦૭ માં વિલિયમનું મરણ થતાં સુધી એક અથવા બીજે રૂપે ચાલુ રહ્યો. આ નવી જગામાં પ્રોફેસર જેમ્સ તે મંસ્થામાં કામ કરતા ઘણા થોમ્સન નામધારી અધ્યાપકો પૈકીનો એક હતો. એ બીના રમુજભરી છે. ત્યાં થોમસ થોમ્સન નામનો રસાયન વિજ્ઞાની હતો; વિલિયમ થોમ્સન નામનો નિઘંટુકાર હતો; શારીર શાસ્ત્રનો અધ્યાપક એલન થોમ્સન હતો અને ડૉ. જેમ્સ થોમ્સન નામનો ગણિતશાસ્ત્રી હતો વગેરે. આ કારણને લઇ એ વિદ્યાપીઠનો ઘણીવાર ' થોમ્સોનીયન ' વિદ્યાપીઠ તરીકે ઉલ્લેખ થતો હતો.

આ ગાળામાં વિલિયમ તથા તેના મોટા ભાઇ જેમ્સનું જીવન સખત અભ્યાસની દિનચર્યા જેવું હતું. લાંબી રજાઓ દરમિયાન આખું કુટુંબ તહેવાર ભોગવતું તેજ તેની સમતાનો ભંગ કરી નવી ભાત પાડનારું તત્ત્વ હતું. તે બંને ભાઇઓ નાનપણથી જ અસાધારણ શક્તિઓનો પરચો આપતા હતા અને એ પણ જાણવા જેવી વાત છે કે વિલિયમ માત્ર દશ વર્ષનો હતો ત્યારે એ બંને ભાઇઓ ગ્લાસગોની વિદ્યાપીઠની મેટ્રિક્યુલેશનની પરીક્ષામાં ઉત્તીર્ણ થયા હતા. વળી એ બંને ભાઇઓ સહાધ્યાયીઓમાં પોતાની સરસાઇ કાયમ રાખતા અને એ તો તદન સામાન્ય વાત હતી કે વર્ગમાં વિલિયમ સૌથી ટોચે હોય અને તેનાથી બીજેજ સ્થાને તેનો ભાઇ જેમ્સ હોય. વળી તે સમયનો તેમનો અભ્યાસક્રમ કોઇ પણ રીતે સહેલો હતો એમ માનવા કારણ નથી. ગણિતમાં લાગ્રાંજનું ' થીઅરી ઑફ ફંક્શન્સ ', ન્યુટનનું ' પ્રિન્સિપિયા ' અને સૃષ્ટિની ફિલસુફીમાં લાપ્લાસનું ' મીકેનીક સીલેસ્ટી ' તથા તર્કશાસ્ત્ર, લાટિન, ગ્રીક, નીતિ તત્ત્વ, અને આ બધાના

પ્રમાણમા રસાયન, એ બધાનો તે અભ્યાસક્રમમાં સમાવેશ થતો હતો. આ બધા વિષયોમાં, પાછળથી તે જ વિદ્યાપીઠના આચાર્ય થનાર જૉન કેયર્ડ જેવા પ્રતિસ્પર્ધી હોવા છતાં આ બંને ભાઈઓએ બહુ સારી પ્રગતિ કરી હતી.

૧૮૪૦ ના ઉનાળામાં પ્રો. જેમ્મ પોતાના બંને પુત્રોને રજા દરમિયાન જર્મનીના પ્રવાસે લઈ ગયો. તેની ઇચ્છા એવી હતી કે તેના બંને છોકરા જર્મન ભાષાનો અભ્યાસ કરે. પણ ૧૮૨૬ માં વિજળીના ક્ષેત્રમાં શોધખોળ કરવાની સાઇમન ઓહ્મને પ્રેરણ કરનાર ફુરીઅરના પ્રખ્યાત પુસ્તકની એક નકલ વિલિયમને હાથ ચઢી હતી. એ પુસ્તકમાં ઉપયોગમાં લીધેલી ગણિતપદ્ધતિઓના નવ-સર્જને વિલિયમને ખૂબ મુગ્ધ કર્યો અને પરિણામે જર્મન ભાષાના અભ્યાસ કરતાં તે પુસ્તકના અભ્યાસ પર તેણે ઘણો વધારે સમય ગાળ્યો. એ પુસ્તકમાં ફુરીઅરે આપેલા કેટલાક નિર્ણયો પર પ્રો. કેલાંડ કરેલી ચર્ચાની સામે બચાવ કરતા, તેના પહેલા જ લેખની શરૂઆત ખરું જોતાં ૧૮૪૦ ના જુલાઈમાં ફ્રાંકફૉર્ટમાં જ થઈ હતી અને ત્યાર પછીના વર્ષમાં ગ્લાસગોમાં તે લેખ પૂરો કરવામાં આવ્યો હતો. વિલિયમ થોમ્સનના જીવનમાં ફુરીઅરના એ પુસ્તકનું વાચન ખરેખર બહુ લાક્ષણિક બનાવ છે, કારણ કે તેના કાર્યપર ફુરીઅરની પદ્ધતિઓની અમર કેરી સતત રીતે ચાલુ હતી તે તેની ત્યાર પછીની આખી કારકીર્દિ બતાવી આપે છે.

૧૮૪૧ ના ઑક્ટોબર માસમાં થોમ્સન કેમ્બ્રિજ વિદ્યાપીઠની પીટરની મહાશાળામાં ( કૉલેજ ) વિદ્યાર્થી તરીકે દાખલ થયો. તેનો પિતા બરાબર સમજતો હતો કે ગ્લાસગોનો અભ્યાસક્રમ ગમે તેવો ઉપયોગી હોય તો પણ વિદ્યાવ્યાસંગની કારકીર્દિનો ઉત્તમ માર્ગ તો કેમ્બ્રિજની ગણિતની અંતિમ પરીક્ષામાં પસાર થવાનો જ

હતો. એ ' ટ્રાયપોસ 'ની પરીક્ષામાં સૌથી ઉંચું અને પ્રથમ સ્થાન મેળવનાર વિદ્યાર્થી ' સીનીયર રેંગ્લર ' કહેવાતો. બહુ જ થોડા સમયમાં તે વર્ષના ભાવી સીનીયર રેંગ્લર તથા ગણિતના વિષયમાં વિદ્યાપીઠના ઉંચામાં ઉંચા આદરના ચિહ્નરૂપ સ્મિથના ઇનામના જીતનારા તરીકે તેનું નામ છુટથી બોલાવા લાગ્યું. આ માન્યતા માટે વ્યાજબી કારણો હતાં. તે સમયના શિક્ષકોમાં સૌથી વધારે ખ્યાતિવાળા વિલિયમ હૉપકિન્સના હાથ નીચે તે કામ કરતો હતો. કેંબ્રિજના ગણિતના માસિકમાં તેણે શકિતશાલી તથા નવસર્જનભર્યા લેખોની હારમાળાનો ફાળો આપ્યો હતો, અને બહુ દેખીતી રીતે તેના મહાધ્યાયીઓ કરતાં તેની બુદ્ધિનો પ્રકાશ ઘણો વધારે હતો. અભ્યાસના શ્રમથી મગજને વિશ્રાંતિ આપવા લાંબું ચાલીને, નૌચાલન કરીને અથવા તરીને તે શરીરને અભ્યાસનો શ્રમ વેઠી શકે એવું સશક્ત રાખતો હતો અને અવાર નવાર સંગીતમાં અમુક કલાકો ગાળી તે તેની માનસિક શક્તિઓ તાજી રાખતો હતો. તે વિદ્યાપીઠની સંગીતમંડળીનો સક્રિય સભ્ય હતો અને પાછળથી તેનો પ્રમુખ પણ થયો હતો.

એ તો નિઃસંદેહ વાત છે કે ' ટ્રાયપોસ 'ની પરીક્ષાઓની તારીખ પાસે આવતાં વિલિયમ થોમ્સનને જરા ચટપટી થવા લાગી. તેનો પિતા તેને એ પરીક્ષામાં સફળ થયેલો જોવા કેટલો આતુર હતો તે તે જાણતો હતો, અને તેને નિરાશ ન કરવા તે પોતે અતિશય આતુર હતો. પોતાના પુત્રની બાબતમાં પ્રો. થોમ્સનને ભારે મહત્વાકાંક્ષા હતી. થોડા જ સમયમાં ગ્લાસગોના વિદ્યાપીઠમાં સૃષ્ટિની ફિલસુફીના અધ્યાપકની જગા ખાલી પડવાની હતી અને જેમ્સ થોમ્સનને એમ લાગતું હતું કે વિલિયમ કેમ્બ્રિજમાં સારી સફળતા મેળવે તો ઘણું કરીને ગ્લાસગોની ખાલી જગા મળવાની વકી સારી રહે. બીજી બાજુ પરીક્ષકો પરીક્ષાની તૈયારી અર્થે જે

વિચિત્ર જરૂરીઆતોની અપેક્ષા રાખતા હતા તેને લીધે ભાવી જીવનમાં જરાય કામ ન આવે તથા ખૂબ કંટાળો આપે એવું વહીવટ તેને કરવું પડ્યું અને તે કારણે તેનો અભ્યાસ બહુ નિરસ બની ગયો.

યોગ્ય સમયે પરીક્ષાનાં પરિણામો પ્રસિદ્ધ થયાં અને તેમાં વિલિયમ થોમ્સન બીજે નંબરે આવેલો જણાયો. સેંટ જૉનના પાર્કિન્સને તેને હાર આપી. ત્યાર પછી થોડા સમય બાદ તે બંને વળી પાછા સ્મિથના ઇનામ માટે હરીફ થયા. આ વખતે થોમ્સન પહેલો આવ્યો અને પાર્કિન્સન બીજે નંબરે આવ્યો. સ્મિથનું ઇનામ જીતનાર તથા બીજા નંબરના રૅંગ્લરના યથાર્થ ગુણની બાબતમાં તો એક પરીક્ષકે બીજાને ઉદ્દેશી કરેલી ટીકાની નોંધ આપવી યોગ્ય ગણાશે. તે ટીકા એવી હતી કે ' તમે કે હું બહુ બહુ તો તેની કલમ ઘડી આપવા યોગ્ય છીએ. '

આ પરીક્ષાઓ પછી ૧૮૪૫ ના પ્રારંભમાં થોમ્સન લંડન ગયો અને ત્યાં ફૅરેડેને મળી તે સમયે ઉષ્માના વાદમાં વપરાતી વિવિધ અવિકારી સંખ્યાઓનો નિર્ણય કરવામાં અદ્ભુત પ્રયોગોની હારમાળામાં રોકાયેલા પ્રખ્યાત રૅનોલ્ટના હાથ નીચે ભૌતિકવિજ્ઞાન શીખવા તે પારિસ ગયો.

૧૮૪૬ ના મે માસમાં ગ્લાસગો વિદ્યાપીઠનો સૃષ્ટિ વિજ્ઞાનીના વિષયનો વૃદ્ધ અધ્યાપક ડૉ. માઇકલહામ મરણ પામ્યો. તે વિભાગની સમિતિના સભ્યો ૧૧ મી સપ્ટેંબરે એકઠા થયા, અને ' તે જગા માટેના વિવિધ ઉમેદવારોની લાયકાતો પર અનુક્રમે વિચાર ચલાવી તે ખાલી જગા પર કેમ્બ્રિજની સેંટ પીટરની કૉલેજના સ્નાતક મી. વિલિયમ થોમ્સન ની એ ની નિમણૂક કરી. ' તે સમયે તેનું વય બાવીસ વર્ષનું હતું. તે સમયથી માંડી આઠ વર્ષ

સુધીની તેની ધંધાદારી કારકીર્દિની શરૂઆત થઇ. એ કારકીર્દિને પરિણામે તેઓ આખી દુનીઆના આદરનો પાત્ર બન્યો.

## ૨. વિજળીના ક્ષેત્રમાં કરેલી પહેલી શોધો

પ્રો. થૉમ્સને તેનું આદિપ્રવચન ૧૮૪૬ ના નવેંબર માસમાં આપ્યું. તે ભૌતિક વિજ્ઞાનનાં મર્યાદા તથા પદ્ધતિઓ ઉપરનું બહુ કાળજીથી તૈયાર કરેલું પ્રાસ્તાવિક પ્રવચન હતું. વ્યાખ્યાતાના ગભરાટને કારણે એ વ્યાખ્યાનની ઉક્તિ જોઇએ તેવી સારી થઇ નહિ, પણ બહુ થોડા સમયમાં તેણે એ નબળાઇ પર જય મેળવ્યો. તો પણ એટલું તો નક્કીજ છે કે તેનામાં કુદરતી શિક્ષકનું દૈવત કદી હતું નહિ. શોધખોળના પ્રશ્નોમાં તે સારી પેઠે નિમગ્ન રહેતો. તેના વિદ્યાર્થીઓમાંના ઘણા વિજ્ઞાન સિવાયના વિષયોના અભ્યાસી હતા, પણ સૃષ્ટિ ફિલસુફીના વ્યાખ્યાનમાં તેમને હાજરી આપવાનું ફરજીયાત હતું. થોમ્સને જે કાંઇ કહેતો તે આવાઓને માટે તો ' ભેંસ આગળ ભાગવત ' જેવું હતું. છતાં ય વ્યાખ્યાન કરતાં કરતાં કોઇ નવો ખ્યાલ તેના મનમાં સ્ફુરી આવતો અને તે ખ્યાલને ખીલવવા તે વિષયાંતર કરતો તેવે વખતે તેને જોવાનો અને સાંભળવાનો અવસર જેમને મળતો તે બધા મુગ્ધ બની જતા અને તેના વ્યાખ્યાનમાંથી ખૂબ પ્રેરણા મેળવતા. આમ તો ઘણી વાર થતું. એવે વખતે તે તેના વર્ગને ભૂલી જતો અને ઉપરાઉપરી લખાણોથી કાળાં પાટીઆ ભરી દેતો. તે સમયનાં એ લખાણ ખરું જોતાં ' નવી ઘડાતી શોધખોળ 'ના ખરાં પ્રદર્શન થતાં હતાં. તેનાં વ્યાખ્યાનોમાં હાજરી આપનારા વિદ્યાર્થીઓ પૈકી એકે એકવાર ટીકા કરી હતી કે ' ભાઇ, મેં એક મહિના સુધી લોલકના વ્યાખ્યાનોમાં હાજરી આપી છે અને હજુ પણ લોલક વિષે મને એટલી જ માહીતિ છે કે તે આમથી તેમ ઝુલે છે. ' તેનાં વ્યાખ્યાનો

કેવાં ગહન તથા સામાન્ય આદમીને સમજવાં અઘરાં હશે તેનો આ જરા વધારે પડતો દાખલો છે. આમ જુવાની પહેલેથી જ થૉમ્સન વ્યવહારુ ભૌતિકવિજ્ઞાની હતો અને જ્યાં ચાલુ ચીલે ચાલનારાં પાઠ્યપુસ્તકો માત્ર ગણિતની સારણીઓ આપીને અટકતાં ત્યાં તે, તે સારણીઓથી સ્પષ્ટ થતા ભૌતિક ચમત્કારો આપી તેના અર્થ શોધતો હતો. ફેરેડે હાઉસનો આચાર્ય ડૉ. એ રસલ કહે છે કે 'પ્રો. થૉમ્સને મને $\frac{\text{ડક્ષ}}{\text{ડટ}}$ એ સંજ્ઞાનો અર્થ પૂછ્યો ત્યારે મેં ઠાવકાઈથી જવાબ આપ્યો કે ટ વૃદ્ધિને અનંત રીતે ઘટાડતાં ટ વૃદ્ધિના ક્ષ વૃદ્ધિ જોડેના પ્રમાણની એ સંજ્ઞા મર્યાદાચિહ્ન છે.' અલબત્ત ગણિતની ભાષામાં એ સંજ્ઞાનો આ સામાન્ય પ્રચલિત અર્થ હતો. પણ થૉમ્સનને એથી કાંઈ સંતોષ થયો નહિ. તેણે કહ્યું કે 'ટૉડહન્ટર તો એવું જ કહે, પણ તમને શું એવી ખબર નથી કે એ સંજ્ઞા એક પદાર્થનો વેગ દર્શાવે છે?'

તે સમયનાં સ્કૉટલૅન્ડનાં વિદ્યાપીઠોનાં સત્ર માત્ર છ માસનાં હતાં એટલે તેને શોધખોળ માટે ખૂબ અવકાશ મળતો હતો. તેની શરૂઆતની સક્રિય પ્રવૃત્તિ સ્થિરવિદ્યુતના ક્ષેત્રમાં હતી. સ્થિર વિદ્યુતના આકર્ષણની બાબતમાં કૉલંબના સુવિખ્યાત કાયદાઓના સત્યની બાબતમાં ડબલ્યુ સ્નો-હેરિસ નામના એક ઉંચી પંક્તિના પ્રયોગકારે શંકા ઉઠાવી ત્યારે તેની વિરુદ્ધમાં તેણે પડકાર કર્યો. કૉલંબનો બચાવ કરતા થૉમ્સને હિંમતથી હેરિસ પર હુમલો કર્યો. આ વિવાદનું પરિણામ એ આવ્યું કે આવી જાતના પ્રશ્નોની તપાસણી માટે તેણે મહત્તાવાળી નવી પદ્ધતિ ખોળી કાઢી. એ 'વિદ્યુતીય પ્રતિમાની પદ્ધતિ'ના નામથી ઓળખાય છે. આ પદ્ધતિ, તેમજ તેને અનુસરીને ઘણા બારીક દાખલાઓના વિસ્તારવાર વિવેચનમાં અમે ઉતરવા માગતા નથી, પણ આ ઠેકાણે એટલું જ જાણવું બસ થશે કે

તેને પરિણામે ટૉમ્સન, કૉલંબના વાદનો બચાવ કરવાની બાબતમાં વિજયી સફળતા પામ્યો. વૉલ્ટ અને ઍમ્પીઅરનાં નિરપેક્ષ માપનાં ધોરણોનો યાંત્રિક પદ્ધતિએ નિર્ણય એ ટૉમ્સનની બીજી સિદ્ધિ હતી. આ બાબતો હવે તો કોઈપણ પ્રયોગશાળાના અભ્યાસક્રમની સાધારણ વાતો થઈ પડી છે. આ બંને અનુક્રમે વિજળીના પ્રવાહના સ્થળત્વના ભેદનાં વ્યવહારૂ એકમો છે. સોનાના વરખનું વિદ્યુદ્દર્શક ( ગોલ્ડ–લીફ ઇલેક્ટ્રોસ્કોપ ) આપણ સૌને પરિચિત છે. એ વરખ તથા તે યંત્રની અંદરની દિવાલો વચ્ચે સ્થલત્વનો ભેદ છે અને પરિણામે પરસ્પર ખેંચાણ છે, તે કારણે એ વરખો એક એકથી દૂર ઉડતા રહે છે. કોઈપણ બે તકતીઓ અથવા સપાટીઓ જુદાં જુદાં વિદ્યુત્સ્થલત્વ વાળી હોય તો તે બંને વચ્ચે કુદરતી આકર્ષણ થાય છે. એ બે સપાટીઓનાં કદ તથા તેમની વચ્ચેનાં અંતરના શબ્દોમાં એ આકર્ષણની કિંમતની ટૉમ્સને પ્રથમ ગણત્રી કરી લીધી. અમુક આપેલા સંજોગોમા, તેને અનુસરી આપેલા સ્થલત્વના ભેદના પ્રમાણમાં અમુક ચોક્કસ આકર્ષણ બળ એવામાં આવતું હોય તો તે બળનું માપ કાઢતાં તેને મળતો વિજળી બળના સ્થલત્વનો ભેદ એટલે કે પ્રવાહનું બળ તુરતજ શોધી શકાય છે.

આને માટે જરૂરની પ્રયોગની વિગતોની યોજના એ તો હવે માત્ર એક પગલું આગળ ધપવાની જ વાત હતી. આવા પ્રયોગ માટે ટૉમ્સને ' આકર્ષિત ગોળ તકતી ' ( એટ્રૅક્ટેડ ડિસ્ક ) અને ' પાવર્તુળ વિજળીબળમાપક ' ( ક કૉડ્રન્ટ ઇલેક્ટ્રોમીટર ) એવાં બે ઉપકરણોની યોજના કરી કાઢી. પહેલામાં એક એકને સમાંતર રહેતી બે તકતીઓ હોય છે. જે પ્રવાહનું માપ કાઢવાનું હોય તે નીચલી તકતીમાં ભરવામાં આવે છે. આમ થતાં તે નીચલી તકતી તેની ઉપરની હલકી તકતીને ખેંચે છે. ભૂમિ જોડે સાંધેલી હોવાથી તેનું સ્થલત્વ શૂન્ય હોય છે, કારણ કે

પૃથ્વીનું સ્થલત્વ શૂન્ય ગણી લેવામાં આવે છે. એ ઉપલી તકતી જોડે જોડેલી ચપિ અથવા તેની સાથે જોડેલાં વજન તેની પર થતા આકર્ષણની સામે તેને સમતોલ રાખી શકે એમ ગોઠવી શકાય એવી વ્યવસ્થા હોય છે. પાવર્તુળવિદ્યુન્માપકમાં જુદાં જુદાં સ્થલત્વવાળી તકતીઓ વચ્ચે થતાં આકર્ષણને પરિણામે, તેસ્થલત્વના ભેદના પ્રમાણમાં તેમની એક તેની મૂળ સ્થિતિમાંથી ભમી જાય છે. આમ કરવા માટે આકૃતિ ૧૦૪ માં બતાવી છે તેવી એક વર્તુળનાં સામ સામાં પાવર્તુળોના આકારની अ અને च એવી બે ચપટી પેટીઓ લેવામાં આવે છે. બાકીનાં પાવર્તુલ क અને ड ને સ્થાને વળ ખાઇ શકે એવા દોરાથી ઉપરના આંકાવાળા માથામાંથી લટકતી અંગ્રેજી આંકડાના આકારની પાતળી એલ્યુમિનિયમની હલકી તકતીઓ હોય છે. આ યંત્રમાં ગોઠવણ એવી હોય છે કે તકતી તથા પેટીઓની વચ્ચે સ્થલત્વનો ભેદ ઉભો કરતાં, તીરછા આકર્ષણ બળથી પાવર્તુળ ड, चમા અને क, अમાં ઝોક ખાઇ પ્રવેશે છે. એ ઝોકનો ખૂણો ઉપરના અંકિત ટોચકા ઉપરથી માપી શકાય છે અને તે ઉપરથી તેના ઝોક માટે જરૂરના સ્થલત્વનો ભેદ ગણત્રીથી જાણી શકાય છે.

આ પદ્ધતિનો મોટામાં મોટો લાભ એ છે કે તેનાથી મળતી વૉલ્ટની કિંમતનો આધાર અમુક ચોકકસ માપવાલા યાંત્રિક બળ તથા ઉપકરણના કદ ઉપર રહે છે. એટલે કે આ સાધનના ઉપયોગથી ' વૉલ્ટ 'નું નીપજતું માપ કોઇ પણ જાતના વિજળીના પરિમાણથી સ્વતંત્ર થઇ જાય છે અને તેથી તેનાથી મળતા નિર્ણય ' વૉલ્ટનો નિરપેક્ષ નિર્ણય ' કહેવાય છે. આ બહુજ અમૂલ્ય શોધ છે. એજ રીતે પ્રવાહના એકમ ઍમ્પીઅરનો નિરપેક્ષ નિર્ણય કરવામાં થૉમ્સને આજ ખ્યાલને આમળ વિસ્તાર કર્યો. વિજળીનો પ્રવાહ વહેતાં બે તારનાં ગુંચળાં વચ્ચે આકર્ષણ કે પ્રત્યાકર્ષણ થાય છે એ તત્ત્વનો ઉપયોગ કરી તેણે એ કાર્ય સિદ્ધ કર્યું. એકસરખા બળવાળો.

વિજળીનો પ્રવાહ દરેક તારના ગુંચળામાં વહે એવી તેણે ગોઠવણ કરી અને પછી તે બંને વચ્ચે થતા આકર્ષણનું તેણે તોલ કર્યું.

આખરે પ્રમાણભૂત ઓહ્મનું એકમ મેળવવા માટે, પોતે મેળવેલાં વોલ્ટ તથા ઍમ્પીઅરનાં નિરપેક્ષ માપોને ઓહ્મનો કાયદો લાગુ પાડવાની જ થૉમ્સનને જરૂર હતી. તેણે એક એવા તારના ગુંચળાની યોજના કરી કે તે એક એમ્પીઅરનો વિજળીનો પ્રવાહ વહે અને સાથે સાથે તેના બને છેડાઓ વચ્ચે એક વૉલ્ટ જેટલો સ્થલત્વનો ભેદ રહે. આમ કરતાં ઓહ્મના કાયદાને અનુસરી એ વાત સિદ્ધ થાય કે આવા ગુંચળાના વિજળીના પ્રવાહને થતો પ્રતિરોધ એક ઓહ્મ જેટલો થાય.

વિજળીના ક્ષેત્રમાં થૉમ્સને કરેલી શોધોમાંની એક અગત્યની શોધ આપણી આ નોંધમાં ચાવતાં રહી જવા ન જોઈએ, કારણ કે વીશમા સૈકાની સૌથી વધારે અદ્દભૂત નાટયતમાશા જેવી દોરડાં વગર સંદેશા મોકલવાની શોધના અજાણે પહેલ કરનાર તરીકે તે તેને આપણી આગળ રજુ કરે છે. ૧૮૪૭ માં હરમાન વૉન હેલ્મહોલ્ઝ નામના એક તેજસ્વી બુદ્ધિના ભૌતિકવિજ્ઞાનીએ લેડન બરણીના સ્ફોટના સંબંધમાં રાઇસે કરેલાં કેટલાક ન સમજી શકાય એવાં અવલોકનો તરફ ધ્યાન ખેંચ્યું હતું. રાઇસે ગુંચળાના છેડાને ફરતો એક તાર વીંટયો હતો અને સ્ફોટ દરમિયાન લેડન બરણીમાંની વિજળી એ તારમાં થઇ વહે એવી વ્યવસ્થા તેણે કરી હતી. આમ થવાને પરિણામે પોતે ઉપયોગમાં લીધેલી સોયો ચુંબકત્વપૂર્ણ થશે એવી તેણે આશા રાખી હતી, પણ જે પરિણામની તેણે આશા રાખી નહતી, છતાં જે નીપજતું જણાયું તે એ હતું કે પ્રયોગની એક આખી શ્રેણીમાં કોઇક વાર એ સોયાનો એક છેડો ઉત્તર તરફ રહેતો જણાયો તો બીજીવાર બીજો છેડો તેવી રીતે ઉત્તર તરફ

રહેતો જણાયો આ ચમત્કાર ખરેખર ન સમજાય એવો હતો. વૉલેસ્ટનને પણ આને મળતું જ અવલોકન કર્યું હતું. વિદ્યુચ્છેદનથી પાણીનું પૃથક્કરણ કરવામાં લેડન બરણીના સ્ફોટથી મળતા વિજળીના પ્રવાહનો ઉપયોગ કરતાં એક કક્ષાંતને છેડે ઑક્સીજન વાયુ તથા બીજાને છેડે હાઇડ્રોજન વાયુ મેળવવાને બદલે બંને કક્ષાંતો પર તેને એ બંને વાયુનું મિશ્રણ મળ્યું.

લાક્ષણિક તેજસ્વી દૃષ્ટિથી હેલ્મહૉલ્ટ્ઝે સૂચના કરી કે લેડન બરણીનો સ્ફોટ લોલકની પેઠે એક બાજુથી બીજી બાજુ ઝોલા ખાય એવી રીતે થાય છે એમ માનતાં આ અવલોકનોની સમજૂતિ મળી જાય છે. ૧૮૫૩ માં 'ઑન ધ ઑસિલેટરી ડિસ્ચાર્જ ઑફ ધ લેડનજાર' એવા મથાળાવાળા લેખમાં ટૉમ્સને એ મુદ્દો ઉપાડી લીધો. એ લેખ તેણે 'ગ્લાસગો ફિલૉસૉફિકલ સોસાયટી' આગળ પોતાના ફાળારૂપે રજુ કર્યો હતો. તે લેખમાં ગણિતથી તેણે એ હકીકત સત્ય છે એમ સિદ્ધ કર્યું હતું એટલું જ નહિ તે આંદોલનો અથવા ઝોલાઓની ઝડપનો નિર્ણય કરવા માટે એક સારણી પણ તૈયાર કરી દીધી હતી.

એક બાજુએ ખેંચી રાખેલા લોલકને છુટું મૂકવાની ક્રિયા જોડે લેડનબરણીના સ્ફોટની સરખામણી થઇ શકે એમ છે. લોલકનો ગોળો તેના ગતિના માર્ગમાં નીચામાં નીચા બિંદુએ પહોંચે છે, ત્યારે હાથથી તેને એક બાજુએ ઉંચો ખેંચવામાં વપરાતી સ્થિર શક્તિના સંચયને લીધે ગતિશક્તિ મેળવે છે. આ ગતિશક્તિ તે ગોળાને વેગ આપે છે અને તેથી તે તેના ગતિ માર્ગમાંના નીચામાં નીચા બિંદુ આગળથી વેગમાં પસાર થઇ ઝોલો ખાઇ બીજી બાજુ અમુક ઉંચાઇએ પહોંચે છે અને તે સમયે તેની અંદરની પ્રકટ ગતિશક્તિ, ગુપ્ત સ્થિર શક્તિના રૂપમાં બદલાય

જાય છે. એ ગોળો હવે તેના આંદોલનાત્મક પ્રવાસની પુનરાવૃત્તિ કરે છે, પણ આ વખતે પહેલાના કરતાં ઉલટી દિશામાં. આ વખતે પણ તે તેના આંદોલન માર્ગમાંના નીચામાં નીચા બિંદુ આગળથી વેગથી ધસી જાય છે. ધીમે ધીમે હવાના પ્રતિરોધની અસરથી એના ઝોલ્લાની મર્યાદા ઘટતી જાય છે અને એમ કરતાં કરતાં આખરે તે ગોળો તેના આંદોલન માર્ગમાંના નીચામાં નીચા બિંદુ આગળ અટકી વિરામ પામે છે. જે મધ્યસ્થ વસ્તુમાં રહી તે ઝોલ્લા ખાય છે તે જેમ વધારે ઘાટી તેમ તેની ગતિ વહેલી અટકી જાય છે; અને એ મધ્યસ્થ વસ્તુ પૂરતી ચીકણી અને ઘાટી હોય તો ઉચ્ચ બિંદુએથી નીચે જવાના પ્રવાસમાં તે તેના આંદોલન માર્ગના સૌથી નીચા બિંદુની આગળ ભાગ્યેજ જવા પામે. વાચકને યાદ હશે કે લેડનબરણી, એક કાચની બરણી હોય છે અને તેની અંદરની અને બહારની સપાટી પર કલાઇ પતરાંનું અસ્તર કરેલું હોય છે. આવી લેડનબરણીના પ્રસંગમાં એક રીતે તો ઉપર વર્ણવ્યું છે તેવું જ થાય છે. લેડન બરણીમાં વિજળી ભરવા માટે તેના અંદરના અસ્તરને વિજળી પેદા કરવાના યંત્રના ધન છેડા જોડે તથા તેના બહારના અસ્તરને તે યંત્રના ઋણ છેડા જોડે સાંધવામાં આવે છે. આમ કરવાથી તેનાં બંને અસ્તર પર એક સરખા જથ્થામાં પણ વિરૂદ્ધ જાતની વિજળી પ્રવર્તન કાર્યથી જમા થાય છે. આ લેડનબરણીનો સ્ફોટ કરતી વખતે તેના અંદરના અસ્તર જોડે સંધાયેલા તારને, તેના બહારના અસ્તર જોડે સંધાયેલા તારની પાસે આણવામાં આવે છે. આ બંને અસ્તર ઉપરની વિજળીના જથ્થાનો સ્થલાંતરનો ભેદ એટલો બધો મોટો હોય છે કે તે બંને તાર એક એકને અડકે તે પહેલાં જ સ્ફોટ શરૂ થાય છે અને મોટા અવાજ સાથે એ બંને વચ્ચેની તુટક જગામાની હવામાં એક તેજસ્વી તણખો એક બાજુએથી કુદી બીજી બાજુએ જાય છે. આ બધું

એક ક્ષણમાં જ બની જતું જણાય છે, પણ ખરું જોતાં હકીકત એવી નથી, કારણ કે તેમ થતાં સમયનો એક સ્વલ્પ અંશ જાય છે, અને તે દરમિયાન લોલકના ઝોલાના પ્રસંગમાં બને છે તેમ એક જાતની વિજળીનો પ્રવાહ બરણીના અંદરના અસ્તરમાંથી તેને સાંધેલા તારમાં થઇ, તેના બહારના અસ્તર સુધી ધસી જાય છે, અને તેમ કરી એક ક્ષણ માટે તેને ફરીથી વિદ્યુત્પૂર્ણ કરે છે, પણ આ વખતે તેનામાં આવેલી વિજળી પહેલા કરતાં વિરુદ્ધ જાતની હોય છે. વળી પાછો એ વિજળીનો પ્રવાહ પહેલાના કરતાં ઉલટી દિશામાં વહી જાય છે અને વળી પાછો આગળ વહી આવે છે, અને એ દરેક પ્રસંગે તારના પ્રતિરોધને તથા તેના છેડા ગરમ થઇ જતા હોવાને કારણે તેનું જોર ઉત્તરોત્તર ઘટતું જાય છે, અને એમ કરતા કરતા આખરે તે પ્રવાહનું વહેવો બંધ થઇ જાય છે, અને આખરે તેનામાં પેલા તુટક ભાગને કુદી સામી બાજુએ જવા જેટલી શક્તિ રહેતી નથી. સૌથી સારા દાખલાઓમાં આ બધું થતાં એક સેકંડનો સ્વલ્પ અંશ થાય છે, પણ ઘણીવાર તો તારનો પ્રતિરોધ તથા સ્ફોટ દરમિયાન પેદા થતી ગરમી એટલાં બધાં હોય છે એક આંદોલન પણ પૂરું થવા પામતું નથી.

આ બધી માહીતિ માટે આપણે વિલિયમ થૉમ્સનનાં ઋણી છીએ. એ અવલોકનોનાં આખરી પરિણામ તો તેના સ્વચ્છંદમાં સ્વચ્છંદ સ્વપ્નાની પણ પાર પહોંચે એવાં થયા છે. કારણ કે આજ માર્ગે શોધ આગળ ચલાવતાં થૉમ્સનના એક બીજા તેજસ્વી સમકાલીન ક્લાર્ક મૅક્સ્વેલે એક ચક્રવર્તી શોધથી બતાવી આપ્યું કે વિજળીના પ્રવાહનાં આવાં આંદોલનો પૂરતાં ઝડપી હોય તો લેડનજરણીમાં સંઘરાયેલી શક્તિનો ભાગ બાગ વિદ્યુત્ચોદચુંબકનાં મોજાં રૂપે અવકાશમાં રેલાય છે. આજ માર્ગને અનુસરી હર્ટ્ઝે એવાં મોજાં પેદા કર્યાં એટલું જ નહિ, પણ તેણે

મોજાંની હયાતી જાણવાની અથવા તો તેને પકડી લેવાની યોજના પણ તેણે યોજી. આ રીતે લોઢાના તાર વિના સંદેશા મોકલવાની કળા વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ શક્ય થઇ, અને ઑલિવર લૉજ, ગ્વીલીએર માર્કોનિ અને પ્રો. ફ્લેમિંગ જેવા પુરુષોને હાથે તે આજ હવે આપણી સંસ્કૃતિના એક સાધારણ હમેશનાં અંગરૂપ બની ગઇ છે.

## ૩. ઉષ્માના વિષયમાં કરેલી શોધો

ભાવી લૉર્ડ કેલ્વિને બીજા એક અગત્યના વિષય પર પોતાની પ્રતિભાનો પ્રકાશ ફેંક્યો છે. હવે આપણે તે વિષય તરફ ફરીશું. એ વિષય તે ઉષ્માનો ગતિવાદ અથવા ટૂંકામાં ઉષ્માગતિવાદનો ( થર્મોડાયનેમિક્સ ) છે.

ઉષ્મા તથા યાંત્રિક કાર્ય વચ્ચેનો સંબંધ દેખાડતી કાઉન્ટ રમ્ફોર્ડ તથા સર હંફ્રીડેવીની શોધોનો અમે અગાઉ કાંઇક વખાણથી નિર્દેશ કરેલો છે. વાચકને યાદ હશે કે તે સમયે સર્વત્ર સ્વીકારાયેલા તથા અગાડમા સૈકાના પહેલા અર્ધ ભાગમાં આખી વિજ્ઞાની દુનીઆનો કબજો કરી બેઠેલા ઉષ્માના ' દ્રવ્યવાદ ' પર તે બંનેએ હુમલો કર્યો હતો.

૧૮૨૪ માં નિકોલાસલીઓનાર્ડ સદી–કાર્નોએ પ્રસિદ્ધ કરેલા એ વિષયના એક પુસ્તકથી ઉષ્માગતિવાદના અભ્યાસને ખૂબ વેગ મળ્યો હતો. એક વરાળયંત્રથી કેટલું કામ થઇ શકે તે ગણિતની મદદથી નક્કી કરવાનો યત્ન કાર્નોએ તેના પુસ્તકમાં કર્યો હતો, અને તે ઉપરથી એક આદર્શ ઉષ્માયંત્ર કેટલું કામ આપી શકે તે બાબતના શુદ્ધ કલ્પનાવાદમાં તે ઉતરી પડયો હતો. કાર્નોએ ઉષ્માયંત્રમાં થતા કાર્યની પૂરી અખંડ સાંકળ તથા ઉષ્મા અને ગતિશક્તિને એકમાંથી બીજાના રૂપમાં પલટી નાંખવાના સિદ્ધાંતના ખ્યાલનો પ્રથમ પરિચય કરાવ્યો. બહુ ઉંચા ઉષ્મામાને રાખવામાં આવતા

એક ક્ષણમાં જ બની જતું જણાય છે, પણ ખરું જોતાં હકીકત એવી નથી, કારણ કે તેમ થતાં સમયનો એક સ્વલ્પ અંશ જાય છે, અને તે દરમિયાન લોલકના ગોળાના પ્રસંગમાં બને છે તેમ એક જાતની વિજળીનો પ્રવાહ બરણીના અંદરના અસ્તરમાંથી તેને બાંધેલા તારમાં થઇ, તેના બહારના અસ્તર સુધી ધસી જાય છે, અને તેમ કરી એક ક્ષણ માટે તેને ફરીથી વિદ્યુત્પૂર્ણ કરે છે, પણ આ વખતે તેનામાં આવેલી વિજળી પહેલા કરતાં વિરુદ્ધ જાતની હોય છે. વળી પાછો એ વિજળીનો પ્રવાહ પહેલાના કરતાં ઉલટી દિશામાં વહી જાય છે અને વળી પાછો આગળ વહી આવે છે. અને એ દરેક પ્રસંગે તારના પ્રતિરોધને તથા તેના ઊંડા ગરમ થઇ જતા હોવાને કારણે તેનું જોર ઉત્તરોત્તર ઘટતું જાય છે, અને એમ કરતા કરતા આખરે તે પ્રવાહનુ વહેનો બંધ થઇ જાય છે, અને આખરે તેનામાં પેલા તુટક ભાગને કુદી સામી બાજુએ જવા જેટલી શક્તિ રહેતી નથી. મોટી મારા દાખલાઓમાં આ બધું થતાં એક સેકંડનો સ્વલ્પ અંશ થાય છે, પણ ઘણીવાર તો તારનો પ્રતિરોધ તથા સ્ફોટ દરમિયાન પેદા થતી ગરમી એટલાં બધાં હોય છે એક આંદોલન પણ પૂરું થવા પામતું નથી.

આ બધી માહીતિ માટે આપણે વિલિયમ થૉમ્સનનાં ઋણી છીએ. એ અવલોકનોનાં આખરી પરિણામ તો તેના સ્વપ્નોમાં સ્વચ્છંદ સ્વપ્નાની પણ પાર પહોંચે એવાં થયા છે. કારણ કે આજ માર્ગે શોધ આગળ ચલાવતાં થૉમ્સનના એક બીજા તેજસ્વી સમકાલીન ક્લાર્ક મેક્સવેલે એક ચક્રવર્તી શોધથી બતાવી આપ્યું કે વિજળીના પ્રવાહનાં આવાં આંદોલનો પૂરતાં ઝડપી હોય તો લેડનબરણીમાં સંઘરાયેલી શક્તિનો મોટો ભાગ વિદ્યુત્તોહચુંબકનાં મોજાં રૂપે અવકાશમાં રેલાય છે. આજ માર્ગને અનુસરી હર્ટ્ઝે એવાં મોજાં પેદા કર્યાં એકલું જ નહિ, પણ તેના

ભૌતિક ધર્મ પર રહેતો હોવાથી સંભવ એવો છે કે જેટલાં ઉષ્મા-માપકો તેટલાં ગરમી માપવાનાં ધોરણો ઉભાં થાય, કારણ કે ને બધાં યંત્રોમાં કોઇ જાતની નિરપેક્ષ અથવા સ્વતંત્ર સમતા હોતી નથી. વાયુ ઉષ્મામાપકોમાં ( ગૅસ થર્મોમીટર ) પણ એવું જ થાય છે. તેમાં વાયુનાં દબાણ તથા કદમાં થતાં ફેર રૂપ પ્રાકૃતિક ધર્મોને અનુસરી ઉષ્મામાનના ફેરફારો થાય છે. એવું જ વિજળિક ઉષ્મામાપકોની બાબતમાં પણ બને છે. ઉષ્મામાનને અનુસરી વિજળીના પ્રવાહને થતા પ્રતિરોધ રૂપ પ્રાકૃતિક ધર્મ પર તે આધાર રાખે છે. ખરૂં જોતાં, ગરમીની અસરથી તદ્દન સ્વતંત્ર એવા પ્રાકૃતિક ધર્મવાળા દ્રવ્યનાં ઉષ્મામાપક વગરનું બીજું કોઇ ગરમી માપવાનું સાધન પૂર્ણપણે વિશ્વાસપાત્ર હોઇ શકે નહિ. કાર્નોની કાર્ય પરંપરાની સાંકળ તથા તથા આદર્શ શક્તિયંત્રમાં થૉમ્સને તમામ પ્રાકૃતિક ધર્મોથી સ્વતંત્ર અને નિરપેક્ષ ઉષ્મામાનનું ધોરણ મેળવવાનું સાધન જોયું.

આપણે આગળ જોયું છે કે વરાળશક્તિયંત્રને આપણે ઉષ્માશક્તિયંત્ર જેવું ગણી શકીએ. તે બૉઇલરના ઉષ્મામાને ગરમી લે છે. પછી એક નળામાં થતા વરાળના પ્રસરણને તેમાં આવેલા દાટાને આગળ પાછળ ધકેલવાને કામે લગાડી તે, તે ગરમીના અમુક નાના હિસ્સાને કામમાં લે છે. પછીથી ઠંડી પડેલી વરાળની ઘટી ગયેલી ગરમીને તે સંઘાતકમાં પસાર કરે છે અને ત્યાં તે દ્રવરૂપ ધારણ કરે છે. પરિણામે ગતિકાર્યમાં રૂપાંતર પામેલી ગરમી, બૉઇલરમાંથી લીધેલી તથા સંઘાતકમાં પસાર કરેલી ગરમી વચ્ચેનો તફાવત બતાવે છે.

ઉપર બતાવેલી કાર્યપરંપરાની સાંકળના ચમત્કાર માટે વરાળ એ એક જ દ્રવ્ય છે એમ માનવાની જરૂર નથી.

કાર્નો તો એવું ઉપદેશી ગયો હતો કે ગણિતવાદની દૃષ્ટિએ જોતાં આદર્શ શક્તિયંત્રમાં (એન્જિન) કોઈ પણ દ્રવ્યને બૉઈલર જેવા ગરમીના મૂળ સ્થાનમાંથી મંધાતક જેવા ગ્રાહકમાં પસાર કરી તેના પ્રસરણથી યાંત્રિક કાર્ય કરાવી શકીએ. હવે થૉમ્સને બતાવી આપ્યું કે આવાં શક્તિયંત્રથી જે કામ થઈ શકે તેનો આધાર બે વસ્તુઓ ઉપર છે—એક તો ગરમીના મૂળ સ્થાન તથા આખરે જેમાં ગરમી પસાર થાય છે તે ગ્રાહકના ઉષ્મામાનના તફાવત ઉપર, અને બીજું એ ઉષ્મામાનોની નિરપેક્ષ કિંમત ઉપર. આ દૃષ્ટિએ જોતાં ૨૦૦° સે તથા ૧૦૦° સે. વચ્ચેના ઉષ્મામાનના તફાવતે થતું કાર્ય, ૧૫૦° સે. અને ૫૦° સે., અથવા ૧૦૦° સે. તથા ૦° સે. ના ઉષ્મામાનના તફાવતે થતા કાર્ય જેટલું નથી હોતું.

ઉપલી બે શરતોમાંની પહેલીને લાગે વળગે છે ત્યાં સુધી આપણે એમ કહીએ કે, જ₁ જેટલા ઉષ્માના જથ્થાને ઉ₁ જેટલા ઊંચા ઉષ્મામાને મૂકવામાં આવે, અને જ₂ જેટલા ઉષ્માના બીજા જથ્થાને ઉ₂ જેટલા નીચા ઉષ્મામાને મૂકવામાં આવે તો આ બે ઉષ્મામાનો વચ્ચેનું પ્રમાણ નીચેની સારણીથી બતાવી શકાય.

$$\frac{\text{ઉ}_1}{\text{ઉ}_2} = \frac{\text{જ}_1}{\text{જ}_2}$$

બૉઈલરની ગરમીને સ્થિર અથવા અવિકારી રાખીને, એટલે કે ઉ₁ અને જ₁ અવિકારી રાખી ધારો કે આપણે જ₁ થી દર્શાવાતી ગરમીના આખા જથ્થાને યાંત્રિક કાર્ય કરવામાં કામે લગાડીએ છીએ; તો એમ કરતાં જ₂ થી દર્શાવાતો ગરમીનો જથ્થો શૂન્ય થઈ જાય છે અને તેથી ઉ₂ પણ શૂન્ય થઈ જાય છે. આમ કરવાથી ઉષ્મામાનમાપનના આ નવા ધોરણના

ઉષ્ણમાનનું શૂન્ય અંશ અથવા, નીચલી હદ આથી નિશ્ચિત થાય છે. આ શૂન્ય અંશ એટલે બૉઇલરમાંથી મળતી તમામ ગરમી કાર્યના રૂપમાં પલટાઇ જતી હોય તેવા સંજોગોમાં સંઘાતકનું જે ઉષ્ણમાન થાય તે. આથી વધારે ઠંડકની હદ કલ્પવી અશક્ય છે એટલે ટૉમ્સને તેને માટે ઉષ્ણમાનનો **નિરપેક્ષશૂન્ય** એ શબ્દ વાપર્યો, અને તેને દર્શાવવા ૦° નિરપેક્ષ અથવા ૦° નિ. એ સંજ્ઞા યોજી.

નિત્ય વપરાશમાં આવતાં આપણાં સાધારણ ઉષ્ણમાપકોના ધોરણે નિરપેક્ષ શૂન્યની કિંમતનો વિચાર કરીએ તો ઉપર જણાવેલી શરતોમાંની બીજી તરફ આપણે લક્ષ આપવું જોઇશે. આ બાબતમાં થોમ્સને બતાવી આપ્યું કે બૉઇલરના ઉષ્ણમાન ૧૦૦° તથા સંઘાતકના ઉષ્ણમાન ૦° વચ્ચે કામ કરતાં ૧૦૦° ઉષ્ણમાને શક્તિયંત્રમાં દાખલ કરવામાં આવેલા ગરમીના દર ૩૭૩ ભાગે તે શક્તિયંત્ર, સંઘાતકમાં ૨૭૩ ભાગ જેટલી ગરમી આપશે અને બાકીના ૧૦૦ ભાગને યાંત્રિક કાર્યમાં રૂપાંતર પમાડશે. આનો અર્થ એવો થયો કે $\frac{ગ_1}{ગ_2} = \frac{૩૭૩}{૨૭૩}$ એટલે નિરપેક્ષ ધોરણના ઉષ્ણમાનોનું પ્રમાણ પણ $\frac{ઉ_1}{ઉ_2} = \frac{૩૭૩}{૨૭૩}$ થાય. સેન્ટિગ્રેડ ધોરણ જોડે સહેલી સરખામણી કરવા માટે આ પછી ટૉમ્સને એવો નિશ્ચય કર્યો કે તેના ઉષ્ણમાનના નવા ધોરણમાં એક અંશ બતાવનાર આંકની લંબાઇ એટલી રાખવી કે જેથી બરફના પીગળવાના બિંદુના તથા ઉકળતા પાણીની વરાળનાં ઉષ્ણમાન બતાવનાર બે હદોની વચ્ચેના અવકાશના સો સરખા ભાગ પાડી શકાય. ટૂંકામાં તેના નવા ધોરણમાં ઉ₁ તથા ઉ₂નો તેને એવી રીતે નિર્ણય કરવાનો હતો કે જેથી $ઉ_1 - ઉ_2 = ૧૦૦$ અને $\frac{ઉ_1}{ઉ_2} = \frac{૩૭૩}{૨૭૩}$ થાય.

નાંખી વિજળી બળથી દરિયાપાર સંદેશા મોકલવાના પ્રશ્ને, ચર્ચાના ક્ષેત્રમાંથી નીકળી વ્યવહારૂ રૂપ ધારણ કર્યું હતું. ક્રેમ્પટને સફળતાથી ડોવર તથા કેલેને, ડોવરની ખાડીમાં થઇ ઇગ્લેંડથી ફ્રાંસના કિનારા સુધી પહોંચતાં તારનાં દોરડાંથી સાંધ્યાં હતાં. ત્યાર પછી થોડાજ સમયમાં ઇગ્લેંડને આયર્લેન્ડ તથા હોલેંડ સાથે સાંધનારા બીજા ટુંકા તાર માર્ગ હયાતીમાં આવ્યા.

પણ તાર ખાતાના તમામ ઈજનેરોની કુદરતી મહત્વાકાંક્ષા ઇગ્લેંડ તથા અમેરિકાને તારના સંબંધથી સાંધવાની હતી. એ કાર્ય એટલું બધું મોટું અને અઘરૂં કેમ લેખાતું હતું ? ૧૮૫૦ ના ઑગસ્ટમાં ડોવર તથા કેલે વચ્ચેનો પહેલો માર્ગ તૈયાર કરવામાં આવ્યો, ત્યારે તેમાં રબરના થરથી રક્ષાયેલા ત્રાંબાના તારનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. એ માર્ગે કામ શરૂ કરતાં તુરતજ જણાયું હતું કે જમીન પરના સ્પષ્ટ સંકેતોની સરખામણીમાં દરીઆમાં થઈ જતાં તારનાં દોરડાં વાટે પસાર થતા સંકેતો અસાધારણ રીતે ધીરા અને મંદ હતા. વળી એ માર્ગે વિજળિક સદેશા ચાલુ થયા ત્યાર પછી બે કલાકે માછીમારની કોઇ હોડીના લંગરથી એ તાર તુટી ગયો હતો. આ મુશ્કેલીઓમાંની બીજીને લાગે વળગે છે ત્યાં સુધી તેનો ઉપાય તો તારનાં દોરડાને વધારે મજબૂત કરવાનો હતો. પણ સંકેતોની મંદતાના પ્રશ્નની બાબતમાં તો તેનો ઉપાય એમ સહેલથી તુરત નજરે ચઢે કે હાથ આવે એવો નહતો.

પણ સામાન્ય ચર્ચાને પરિણામે થોડીવારમાં એવું તથ્ય હાથ ચઢયું કે આ પ્રકારનું તારનું દોરડું ખરૂં જોતાં જબરી ધારણ શક્તિવાળી અને ખૂબ લાંબી લેડન બરણી જેવું હતું. ત્રાંબુ તેના અંદરના અસ્તર રૂપ તથા દરીઆનું ખારૂં પાણી બહારના અસ્તર રૂપ અને રબરનો થર બરણીના કાચ રૂપ હતો. એ

તારનો એક છેડો વિદ્યુત્શોષણમુચ્ચય જોડે સાંધવામાં આવે છે, ત્યારે એ ' ભરણી ' પ્રથમ એના તે છેડા આગળ અને પછીથી તે તારમાં આગળને આગળ વિદ્યુત્પૂર્ણ થાય છે. એજ રીતે જ્યારે તેમાંથી વહેતા વિજળીના પ્રવાહના વહનના માર્ગમાં તુટ પાડી તેને વહેતો બંધ કરવામાં આવે છે ત્યારે તેમાંથી વિજળીનો રહેટ પણ એવો જ ધીરો થાય છે.

૧૮૫૫ ના મે માસમાં ' ઑન ધ થીઅરી ઑફ ધી ઇલે-ક્ટ્રિક ટેલીગ્રાફ ' એવા મથાળા વાળા અને રૉયલ સોસાઇટી પર મોકલેલા એક લેખમાં વિલિયમ થોમ્સને એ ચર્ચા ઉપાડી અને તેમ કરતાં કરતાં તારમાં વહેતા વિજળીના પ્રવાહની મંદતા પર અસર કરતા અગત્યના કાયદાની સ્થાપના કરી. તેણે બતાવી આપ્યું કે તે પ્રવાહના વેગની મંદતા તે તારની ધારણ શક્તિ તથા પ્રતિ-રોધના પ્રમાણમાં થતી હતી. હવે આ રકમોમાંની દરેક તારની લંબાઇના પ્રમાણમાં હોય છે એટલે આ ઉપરથી એવું પરિણામ નીપજે છે કે તેની અંદર થઇ પસાર થતા સંકેતની મંદતાનો સમય તેની લંબાઇના વર્ગના પ્રમાણમાં હોય છે. દાખલા તરીકે ૨૦૦ માઇલ લાંબો તાર ૧/૧૦ સેકંડ જેટલી મંદતા દેખાડે તો તેટલી જ જાડાઇનો ૨૦૦૦ માઇલ લાંબો તાર એનાથી ૧૦૦ ગણી એટલે કે ૧૦ સેકંડની મંદતા બતાવે. આ ઉપરથી આટલાંટિક મહાસાગર પાર તારનાં દોરડાં વાટે વિજળીથી સંદેશા મોકલવાનો માર્ગ સ્થાપવાની અતિશય મુશ્કેલી ખૂબ સાફ દેખાઇ આવે છે. એ મુશ્કેલી દૂર કેમ કરવી એ થૉમ્સનને બતાવવાનું હતું.

*

મુદ્દામાં તેણે બે વસ્તુની સૂચના કરી—બની શકે તેટલા ઓછામાં ઓછા પ્રતિરોધવાળા એટલે કે બહુ ઉંચી વહનશીલતાવાળા તથા બને તેટલા જાડા આડા છેદ વાળા ત્રાંબાના તારનો ઉપયોગ કરવાની.

ટૉમ્સનના આ કલ્પનાવાદ સામે ખૂબ વિરોધ ઊઠાવવામાં આવ્યો. પણ આખરે તેનો મત જ સાચા તરીકે સ્વીકારાયો અને ૧૮૫૮ માં, જેનો એક વ્યવસ્થાપક તે પોતે હતો એવી ' આટલાંટિક ટેલીગ્રાફ કંપની ' એ પહેલો તાર સફળતાથી તે મહાસાગરમાં નાંખ્યો. પણ આવી જબરી લંબાઇવાળા તાર વડે આવતા સંદેશ-સંકેત એવાતો નિર્બળ હતા કે સંદેશા ઝીલવાની તે સમયની સાધારણ પ્રચલિત પદ્ધતિઓ બધી નકામી થઇ પડી. આ ઉપરથી ટૉમ્સને તેના પ્રખ્યાત દર્પણ પ્રવાહમાપકની ( મિરર ગેલ્વેનોમીટર ) યોજના કરી. આજ કાલનાં તમામ વિજ્ઞાનપ્રયોગમંદિરોની સજાવટનું તે એક સાધારણ અંગ થઇ પડેલું છે. આ ઉપકરણમાં સાધારણ પ્રવાહ-માપકના તારના ગુંચળાના કેંદ્રમાં રહતી ચુંબકને લટકતી રાખનાર ઉભા તાર જોડે એક નાનું ગોળાકાર દર્પણ જોડવામાં આવે છે. તારના ગુંચળામાંથી પ્રવાહ જ્યારે જ્યારે પસાર થાય છે ત્યારે ચુંબકના ઝોલા સાથે તે દર્પણ પણ ઝોલો ખાય છે. એક દીવા પરથી તે દર્પણ પર ફેંકવામાં આવતાં તેજનાં કિરણનું ધાબું તેના પરથી પરાવર્તન પામી તેનાથી દુર આવેલી અંકિત પાટી પર પડે છે. આ અંકિત પાટી પૂરતી દૂર હોય તો ચુંબક તથા તેને અનુસરી થતી દર્પણની અતિશય નાની ગતિ તેના પરથી પ્રતિબિંબિત થતા તેજના ટપકાને દૂરની અંકિત પાટી પર મોટી મર્યાદામાં ઝોકાવી તેને સહેલથી જોઇ શકાય એવી મોટી બનાવી દે છે. આ નવીન સાધન, બહુ મંદ અને નિર્બળ વિજળીના પ્રવાહને પારખી કાઢે તેવું તેજ છે. આ સાધનથી તારના દેરડા સંદેશા ઝીલવાને છેડે આવતા અતિશય નિર્બળ પ્રવાહોની પણ સફળતાથી નોંધ લઇ શકાતી હતી. પણ અફસોસ ! થોડા અઠવાડીઆં સુધી મરતાં મરતાં કામ આપ્યા પછી, એ માર્ગમાં સંદેશા

આવતા બંધ થયા અને તારના સંદેશાનો માર્ગ સાવ ખોરકાઇ ગયો. પણ એ થેાડા અઠવાડીઆંના ગાળામાં લગભગ ૭ સેર જેટલા સંદેશા મોકલવામાં આવ્યા હતા અને તેમાંના કેટલાક તો પ્રથમ પંક્તિની અગત્યના હતા એટલે આ નવી યોજના કાંઇતદ્દન નિષ્ફળ તો ન જ ગણી શકાય.

આ બાબતમાં ફરી પ્રયત્ન કરી જોવાનો ઠરાવ કરવામાં આવ્યો અને એ નવા સાહસની યોજના કરવાના કામમાં થૉમ્સન લાગી પડયો. 'ગ્રેટ ઇસ્ટર્ન' નામનું એક તારનાં દોરડાનું વહાણ, એ આખા માર્ગ માટે જરૂરનાં તારનાં દોરડાં વહે એવું તૈયાર કરવામાં આવ્યું. દરીઆમાં તાર નાંખવાની ક્રિયાની મુશ્કેલીઓને અંગે તેને જોઇતી હીલચાલો કરવાની છુટ આપવામાં આવી હતી. આખરે ૧૮૬૬ માં બે પ્રયત્નો પછી તે માર્ગ સફળતાથી તૈયાર થઇ ગયો એટલું જ નહિ, પણ મૂળ માર્ગ પાછો કામ આપે એવો થઇ ગયો. આ સાહસના વિજળી ખાતાના શિલ્પી તરીકે વિલિયમ થૉમ્સનને નાઇટહૂડનો ખીતાબ આપવામાં આવ્યો અને એ કામ પરથી પાછા ફરતાં તેને ગ્લાસગો શહેરના સ્વાતંત્ર્યની નવાજેશ કરવામાં આવી.

આ પછી થેાડે સમયે તેના દર્પણપ્રવાહમાપકની જગાએ તેણે એનાથી પણ વધારે તેજ અથવા શીઘ્ર પ્રભાવિત 'બારનળી કલમ' (સાઇફન રેકર્ડર) દાખલ કરી. તેમાં 'બારનળી'ના આકારની ઘણીજ ઝીણી કાચની નળીના ટુકડાની બનેલી નાની અને નાજુક કલમનો ટુંકો છેડો એક શાહીની બાટલી ઓળાયેલો રહેતો હતો, જ્યારે તેનો બીજો અને લાંબો છેડો, તેની પાસે રહી પસાર થતા, યંત્રથી ચાલતા કાગળ પર નાની વાંકી ચુકી ભૂણીઆ સંજ્ઞામાં આવતો સંદેશો ટપકાવી લેતો હતો. 'સ્થાનિક કોષસમુચ્ચયથી ઉત્તેજાયેલી

વિદ્યુત્‌લોહચુંબકના બે ધ્રુવો વચ્ચે લટકાવેલા એક નાના તારના ગુચળામાં વહેતા સંકેત પ્રવાહોથી તે ચુંબકની આગળ પાછળ ખસતી હતી, અને એક પછી એક પડતાં શાહીનાં ઝીણાં ટીપાં વાટે શાહી તે નળીમાંથી પેલા કાગળ પર ફૂંકારાતી હતી શાહી ભરેલી શીશીને તથા તેમાંની શાહીને સ્થાનિક વિજળી યંત્રથી વિદ્યુત્પૂર્ણ કરીને તથા અરક્ષિત ધાતુના નળાને અડતો કાગળ રાખીને આ કાર્ય સિદ્ધ કરવામાં આવતું હતું. વિદ્યુત્પૂર્ણશાહી તથા વિજળીના અસર વિનાના કાગળ વચ્ચે થતા વિદ્યુતિક આકર્ષણથી પેલી શાહીનાં ટીપાં કાગળ તરફ ખેંચાતાં હતાં, અને કાગળને કદી અડવા ન પામતી કલમને તેની ગતિમાં અંતરાય કરનાર કોઈપણ જાતનું ઘર્ષણ નડતું નહતું.' આજે પણ એ ચુંબકની કલમ વપરાશમાં છે.

ઘણું કરીને આ દિશામાં તેની સક્રિયતાએ જ ટૉમ્સનને શિલ્પના પ્રશ્નોને અનેક રીતે વિજ્ઞાન લાગુ પાડવાના દાખલાઓ તરફ ધ્યાન આપતો કર્યો હતો, મી. સી. એફ. વાર્લી અને પ્રો. ફ્લેમિંગ જેન્કિન જોડે ભાગીદારીમાં તે ચોક્કસ રીતે વ્યાપારી ધંધામાં જોડાયો. ટૉમ્સન, વાર્લી અને જેન્કિનની પેઢીએ બહુ સફળતાથી વિદ્યુતિક તારના અંગનાં તમામ કામો હાથ ધર્યાં અને આજે દરીઆની અંદર થઈ પસાર થતાં તારના વહીવટને ફત્તેહમંદ કરનાર નવીનમાં નવીન શોધોમાંની ઘણીખરી તેમને આભારી છે.

## પ. નૌચાલનમાં કરેલી શોધખોળો

'' સમુદ્રમાં તારનાં દોરડા નાંખવાની બાબતમાં શોધખોળ કરવામાં ટૉમ્સને ઘણાં વર્ષ ગાળ્યાં તેને પરિણામે કુદરતી રીતે નૌચાલનના વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં ઉકેલ માટે પડેલા ઘણા જરૂરી પ્રશ્નોના નિકટ

પરિચયમાં તે આવવા પામ્યો હતો. આ ક્ષેત્રમાં પણ તેણે અદ્દ્ભૂત સિદ્ધિ પ્રાપ્ત કરી એમાં અજબ થવા જેવું કાંઇ જ નથી.

દાખલા તરીકે એ ક્ષેત્રમાં દરીઆનો તાગ કાઢવાના યંત્રની તેની શોધ હતી. આટલાંટિક મહાસાગરમાં તારનાં દેરડાં નાંખવાની વ્યવસ્થાની જરૂરીઆતે માની એક સમુદ્રના તળીઆનો યથાર્થ નકશો ચીતરવાની હતી. આ કામ માટે તે વખતની પ્રચલિત પદ્ધતિ ઘણી કાચી હતી અને બહુ મહેનત કરવી પડે એવી હતી. દોઢ ઇંચ જાડાઇના દોરડાને છેડે બાંધેલો ભારે ઓળંબો દરીઆમાં ઉતારવામાં આવતો. પ્રથમ પગલાં તરીકે ટૉમ્સને પીઆનાના તારનો ઉપયોગ કરવાની સૂચના કરી, કારણ કે તેની ખેંચાણ વેઠવાની શકિત બહુ મોટી હોય છે. પણ ઉકેલવાનો ખરો પ્રશ્ન તો એવું કાંઇ સાધન શોધી કઢવાનો હતો જેનાથી ઓછામાં ઓછી મહેનતે અને ઓછામાં ઓછા સમયમાં પાણીમા ભારે વજન ઉતારી શકાય. તેને લંબ રેખામાં રાખી શકાય અને તેમ કરી દરીઆની તે જગાની ઉંડાઇ માપી શકાય. આથી તેણે તારના દોરડાં વીંટવાના એક એવા યંત્રની શોધ કરી કે તેના પરનું તારનું દોરડું ખૂબ ઝડપથી ઉકલી પણ ન જાય તેમજ તેના ઉકલવામા અટકાવ પણ ન થાય. એ યંત્ર ચલાવવા માટે માત્ર બેજ આદમીની જરૂર પડતી હતી તાગ શોધનાર દટ્ટો એક નળીના આકારનો હતો અને તેમાં અંદરની બાજુએ ક્રોમેટ ઑફ સિલ્વરના અસ્તરવાળી એક લાંબી, સાંકડી, કાચની નળી હતી. આ દટ્ટો વધારે ને વધારે ઊંડો પાણીમાં ઉતરતો તેમ તેમ તેની અંદરની કાચની નળીમાં સમુદ્રનું પાણી વધારે ને વધારે ઉંચુ ચડતું અને તેમ થતાં તે નળીના અંદરના અસ્તર પર રાસાયનિક કાર્ય કરતું અને પરિણામે તેનો રંગ ફટકી જતો હતો. દોરડાને પાછું વીંટી લઇ, દાટાની અંદરની નળી તપાસતાં તેના રંગ ફટકી ગયેલા ભાગના માપ પરથી દરીઆની

ઉંડાઇનું માપ મળતું હતું. આજ કાલ વપરાતા તાગ લેવાના યંત્રની સાધારણ લંબાઇ ૩૦૦ વાંભની હોય છે અને તેનું દોરડું પોલાદના સાત તારનું બનેલું હોય છે.

વહાણવટીને માટે તે કેટલી બધી કિંમતી છે એ બાબતમાં નૌકા સેનાપતિ સર ડબલ્યુ આર કેનેડીએ એકવાર લખ્યું હતું કેઃ—

'કેટલાંક વર્ષ પર પેટેગોનિઆના કિનારા પરના એક બંદરેથી હું 'રૂબી' નામના વહાણમાં નીકળી પડયો. તે રાતને માટે ગેલ્ફોનુએવા જવાના માર્ગે અમે પડયા. રાતના ૮ વાગે નૌચાલનનો અમલદાર મારી ઓરડીમાં આવ્યો અને તેણે મને વહાણનું સ્થાન નકશામાં બતાવ્યું. કિનારાથી મારી પેઠે દૂર, દરીઓ ૧૦૦ વાંભ ઉંડો અને તળીઉં નહિ એમ નકશો જોતાં જણાતું હતું મેં કહ્યું "ઠીક, તો થૅામ્સનને વહાણમાંથી દરીઆમાં ફેંકો." હું મશ્કરી તો નથી કરતો તે જોવા તે ખલાસી મારા સામું જોઇ રહ્યો "પણ સાહેબ ૧૦૦ વાંભે તાગ નથી." "ઠીક, ઠીક, પણ તમે થૅામ્સનને દરીઆમાં ફેંકો." તે ઓરડી છોડી ગયો અને થોડી વારમાં ઉકલતા તારનો અવાજ બંધ પડી ગયો. હું તુતક પર દોડી પહોંચ્યો. "પંદર વાંભ! તેને ઉભું રાખો. બંદર પાસે છે. બંને સાંકળોએ માણસો વળગી પડો." ખરેખર પંદર વાંભ જ હતું! આખી રાત અમે તાગ લીધા કર્યો. અમે એજ માર્ગે આગળ વધ્યા હોતતો પોહાટતાં પહેલાં અમે પાછા કિનારે જ પહોંચી જાત. ત્યાંના કિનારાનો નકશો ખરો નહતો. લૉર્ડ કેલ્વિનના નામને અમે ખલાસી દુવા દઇએ તેમાં કાંઇ નવાઇ નથી.'

હવે આપણે સર વિલિયમે કરેલી અર્વાચીન વહાણવટીના હોકાયંત્રની શોધ તરફ વળીએ. ઘણું કરીને આ તેની આમ જનતામાં સૌથી વધારે જાણીતી થયેલી સિદ્ધિ છે. ૧૮૭૦ માં કોઇ

કારણે તે એક માસિકમાં વહાણવટીના હોકાયંત્ર વિષે એક લેખ લખવા લલચાયો. તેમ કરતાં તેને જણાયું કે પોતાને એ વિષયની બહુ જ થોડી માહીતિ હતી. આથી તે એ વિષયનો અભ્યાસ કરવા બેઠો. તે સમયે વપરાતા હોકાયંત્રના નમૂના બહુ અસંતોષકારક હતા એમ તેને બહુ જ થોડા સમયમાં સમજાયું. તે હોકાયંત્રોની ચુંબક સોયો લાંબી અને ભારે હતી. કેટલાક નમૂનામાં તો તે પંદર ઇંચ લાંબી હતી અને તે સ્થિર રહે એટલા માટે તેને જાડા પુઠા પર ચડાવવામાં આવતી હતી. આમ છતાં ખરું જોતાં સારી હવામાં, કદાચ તે ચોંટી નહિ જતી તો પણ તેનું કાર્ય બહુ મંદ જણાતું હતું અને તોફાની હવામાં તો એ યંત્ર તદ્દન નકામું થઇ પડતું હતું.

હોકાયંત્રની સોય તેની યથાર્થ સ્થિતિમાંથી ખસી જાય છે એ વિષયમાં આર્ચિબૉલ્ડ સ્મિથે ઘણું ઉત્તમ આગુઆ કામ કર્યું હતું. થૉમ્સનની પ્રેરણાનું મૂળ પણ ખરેખર તેજ હતો. સ્મિથના દૃષ્ટિબિંદુએથી આગળ ધપતાં થૉમ્સને બતાવી આપ્યું કે, ચાલુ વ્યવહારથી ઉલટી રીતે હલકાં પૂઠાં તથા ટુંકી ચુંબક સોયો લેવાથી તોફાની હવામાં હોકાયંત્રની સ્થિરતા વધારે પ્રમાણમાં જળવાઇ રહે છે. હોકાયંત્રની અસ્થિરતા ટાળવા માટે ધીમા ક્ષિતિજસમાન્તર ઝોલાની તથા સોય ચોંટી ન જાય માટે ઘર્ષણ બને તેટલું ઓછું કરવાની જરૂર છે એ વાત તેને બરાબર સમજાઇ ગઇ હતી વળી વહાણની અંદર વપરાતા લોઢાને અંગે થતા ચુંબકત્વની અસરથી હોકાયંત્રનું રક્ષણ કરવાના પ્રશ્ન તરફ તેનું લક્ષ ખેંચાયું હતું.

આ બધા યત્નોને પરિણામે થૉમ્સને બનાવેલો વહાણવટીનો હોકાયંત્ર નીચે વર્ણવેલા પ્રકારનો હોય છે. બહુ જ હલકા વજનની કાગળની અંકિત કડીને એક હલકી એલ્યુમીનિયમની કડીથી ગોળા-

કાર રાખવામાં આવેલી હોય છે. તેનું વજન $\frac{1}{2}$ આઉંસથી પણ ઓછું હોય છે. એ કડીની કોરાણેથી તેના એલ્યુમીનિયમ ધાતુના બનેલા કેંદ્ર સુધી ત્રિજ્યા રૂપે જતા રેશમના દોરાઓ હોય છે. એ કેંદ્રરૂપ એલ્યુમીનિયમની નાની ટોટીમાં ભૂરા નંગનું નાનું ચણી-આરું હોય છે અને હોકા યંત્રના પ્યાલામાંથી આવતી ઇરિડિયમના અણીઆવાળી એક ઉભી થાંભલીની ટોચ પર તે બેસાડેલું હોય છે. આ હોકાયંત્રની સોય ૨ થી ૩$\frac{1}{2}$ ઇંચ લંબાઇની, કાય જેવા કઠણ પોલાદની આઠ ચુંબક સોયોની બનેલી છે. ત્રિજ્યા દોરાઓને છેડે ગઠેલા એ રેશમી દોરાઓમાં એ આઠે સોયો 'દોરના દાદર 'ના પગથીઆની પેઠે ગાંઠી લીધેલી હોય છે અને તેમાંની ચાર કેંદ્રની એક બાજુ અને ચાર તેની બીજી બાજુ આવેલી હોય છે. તેનું વજન ધરીથી દૂર વહેંચાઇ જતું હોવાથી તેને સ્વતંત્ર કંપનનો લાંબો ગાળો મળે છે. કાર્યની સ્થિરતા માટે આ બહુ અગત્યનો મુદ્દો છે. વળી આધાર બિંદુએ ઘર્ષણ નહિ જેવું જ હોય છે.

વહાણના ચુંબકત્વને લીધે હોકાયંત્રમાં થતી ભૂલોના પ્રશ્નની બાબતમાં થૉમ્સને કરેલી યોજનાનો આધાર એવા તથ્ય પર હતો કે વહાણની ચુંબકત્વ અસરનો એક ભાગ તેમાં વપરાતા સ્થાયી લોખંડ કામને લીધે હોવાથી સ્થાયી છે, જ્યારે બીજો ભાગ 'પ્રવર્તિત ' ( ઇન્ડયુસ્ડ ) છે અને તેથી તેનાં માર્ગ તથા સ્થાનમાં થતા ફેરફારને અનુસરી બદલાતો રહે છે. આમાંનો પહેલો ભાગ સામાન્ય વહાણોમાં હોકાયંત્રની સોય પર ૨૦° અંશ જેટલી અને લડાયક વહાણોમાં ૩૦° અંશ જેટલી અસર કરે છે. આ દોષ દૂર કરવા માટે બે પોલાદી ચુંબકના સમૂહ એક એકને કાટખૂણે મૂકવામાં આવે છે. તેમનું કેંદ્ર ' બિનેકલ ' સોય નીચે હોય છે. એક સમૂહ વહાણની લંબાઇની દિશામાં અને બીજો વહાણની

પહોળાઈની દિશામાં રાખવામાં આવે છે પ્રવર્તિત ચુંબકત્વની અસર ૫° થી ૧૦° જેટલી હોય છે. હોકાયંત્રની બન્ને બાજુ તથા તેમનાં કેંદ્રને જોડનારી રેખા ,વહાણની લંબાઈને, કાટખૂણે રહે એવી રીતે ગોઠવેલા બે નરમ લોઢાના ગોળાથી તે દોષનો પરિહાર કરવામાં આવે છે. આ યોજનાથી પ્રવર્તિત ચુંબકત્વની અસર રદ થાય છે, કારણ કે તેની કિંમત બદલાય છે તેની સાથે સાથે ગોળાઓનું પ્રવર્તિત ચુંબકત્વ પણ બદલાય છે.

નૌકાખાતાના સ્થિતિચુસ્તપણાને હઠાવતાં સર વિલિયમને ઘણાં વર્ષ લાગ્યાં પણ આખરે માત્ર આપણા નૌકાખાતામાં જ નહિ, પણ આપણા આખા વ્યાપારી વહાણોના કાફલામાં તથા ઘણાં ખરાં પરદેશી નૌકાખાતામાં પોતાના હોકાયંત્રનો લગભગ સાર્વત્રિક ઉપયોગ થતો જોવાનો સંતોષ આખરે તેને મળ્યો, જો કે આજ-કાલ એના હોકાયંત્રથી વધારે આધુનિક ' ગાયરો હોકા ' એ તેની જગા લેવા માંડી છે.

તાગ લેવાના યંત્રની તથા ખલાસીના હોકાયંત્રની સિદ્ધિ એ દરેક ખરેખર અદ્ભુત છે. પણ તેનાથી સમુદ્રના પ્રવાસી ઓની થૉમ્સને બજાવેલી ભવ્ય સેવાઓની નોંધ ખતમ થઈ જતી નથી. સ્થલ સંકોચને લીધે તેમનો નિર્દેશ માત્ર થઈ શકે એમ છે. એકથી બીજીને ઓળખવા માટે દીવાદાંડીઓ પર દરેકનાં ખાસ પ્રકાશ-દીપો પૂરાં પાડવાનું તેનું કામ, ભરતીના વિષયમાં તેણે કરેલું કામ, ભરતીની આગાહી કરતા યંત્રની શોધ, તરંગમાત્રની બાબતમાં તેણે કરેલી ગણિત વિષયક શોધખોળો તથા વહાણોના વિવિધ નમૂનાની બાબતમાં તેણે કરેલું કામ એ બધાં તેણે કરેલાં અનેક કામો પૈકીનાં કેટલાંક છે. આમ હોવાથી આ મહાન પુરુષની જીવનકથામાં ' આ થૉમ્સન કોણ હશે તે હું જાણતો નથી, પણ દરેક ખલાસીએ રોજ રાતે તેને સારુ પ્રાર્થના કરવી

જોઈએ ' એવા પૂર્વના દૂરના સાગરોમાં મુસાફરી કરતા એક ખલાસીએ કાઢેલા માનના ઉદ્દગાર વાંચતાં કાંઈ આશ્ચર્ય લાગતું નથી.

## ૬. જીવનની વધારે વિગતો

વૈજ્ઞાનિક સક્રિયતાની દરેક દિશામાં તેણે આપેલા કુંડીબંધ ફાળાઓની બાબતમાં એટલું જ કહેવું બસ છે કે તેમાં રસ લેતો વાચક તેના નિકટ પરિચયમાં આવેલા માણસોને હાથે લખાયેલી તથા સારી રીતે લખાયેલી તેની પ્રમાણભૂત જીવનકથાઓમાંથી તે શોધી લેશે એવી આશા રાખવામાં આવે છે.

આ સ્થળે જેને પરિણામે ટૉમ્સન અને ટેઇટનું ' નેચરલ ફિલોસોફી ' એ પુસ્તક પ્રકટ થયું અને જેમાં વૈજ્ઞાનિક તપાસણીના સિદ્ધાંતોને પાઠ્ય પુસ્તકના રૂપમાં મૂકવાનું નવું અને ઉચું ધોરણ સ્થાપવામાં આવ્યું, તે બે લેખકોના સહકારનો ઉલ્લેખ કરી શકાય. પૃથ્વીની તથા સૂર્ય ગરમીની ઉમરની બાબતમાં ગરમ વસ્તુ ઠંડી પડવાના કાયદાના વિચારોમાંથી ખીલી નીકળેલી તેની મોહની-ભરી શોધોનો ઉલ્લેખ કરી શકાત. તેણે આ શોધો કરી ત્યારે તે સમયની વિજ્ઞાની દુનીઆમાં ભારે ખળભળાટ મચી રહ્યો હતો, જો કે પાછળથી થયેલી રેડિયમની શોધને લીધે એની એ બંને બાબતની શોધોની કિંમતમાં બહુ ફેર પડી ગયો છે. તેણે પ્રકાશના તરંગવાદનું તલસ્પર્શી વિવરણ કર્યું હતું તે ભૌતિક વિજ્ઞાનના ધંધાદારી વિદ્યાર્થીઓ સમક્ષ ૧૮૮૪ માં ખાસ નિમંત્રણથી તેણે જૉન્સ હૉપ્કિન્સના વિદ્યાપીઠમાં આપેલાં વિખ્યાત ' બાલ્ટિમોર ' વ્યાખ્યાનોનો ઉલ્લેખ કરી શકાત. પણ અમારો ઇરાદો તો શિલ્પીના સક્રિયતા જોડે વૈજ્ઞાનિક શોધખોળ કરનારને સાંકળે એવા તેના કાર્યોપર ભાર દેવાનો તથા તેની શુદ્ધ વાદ-કલ્પનાની શોધખોળોને તેમાં રસ લેતા વિદ્યાર્થીઓના વધારે વાંચન પર છોડી દેવાનો હતો.

૧૮૫૨ માં અઠ્ઠાવીશ વર્ષના જુવાન અધ્યાપક વિલિયમ થૅમ્સને તેના પિતાના પહેલા પીતરાઇ વૉલ્ટર ક્રમની પુત્રી, મિસ ક્રમ જોડે લગ્ન કર્યું. તે લગ્ન બહુ સુખી હતું, પણ હમેશાં નાજુક તબીયેત ધરાવતી એ બાઇ ૧૮૭૦ માં મરણ પામી. ચાર વર્ષ બાદ તેણે બીજી વારકું લગ્ન કર્યું. વેસ્ટર્ન અને બ્રાઝિલિયન કેબલ કંપનીના સલાહકાર એન્જીનીઅર તરીકે આગલા ઉનાળામાં તે મડીરા ટાપુની મુલાકાતે ગયેા હતા. એ માર્ગના તારને નડેલા કોઇ દોષને કારણે તેને ત્યાં સેાળ દિવસ રોકાવું પડયું. એ સમય દરમિયાન મડીરાના એક આગળ પડતાં રહીગતી પુત્રી મિસ ફ્રાંસિસ આના બ્લાન્ડી સાથે તેનેા મિલાપ થયેા. તારની ટપકા અને અલ્પરેખાની સંદેશાના પ્રથા હાથ કરવામાં તેણે બતાવેલી ઝડપથી તે તેના તરફ આકર્ષાયેા હતેા. બીજે ઉનાળે તેને ફરી પાછું મડીરા જવાનું થયું અને આ વખતે મડીરામાં ફ્ન્ચલ એ આગળના બ્રિટીશ એલચીના દેવળમાં તે બંનેનાં લગ્ન થયાં અંતકાળ સુધી તે બંને પરસ્પર ખૂબ પ્રીતિ ધરાવતાં હતાં.

૧૮૫૧ માં થૅામ્સન રૉયલ સેાસાઇટીના સભ્ય તરીકે ચુંટાયેા. ૧૮૯૦ માં તેના પ્રમુખ તરીકે તેની વરણી થઇ અને પાંચ વર્ષ સુધી તે એ પદપર રહ્યો. દુનીઆભરમાંથી તેને મળેલાં માનની પૂરી સંખ્યામાં નેાંધ કરવાનું કામ અશક્ય છે. રૉયલ સેાસાઇટી ઑફ લંડને તેને 'કોપ્લી' અને 'રૉયલ મેડલ' નામના ચાંદ આપ્યા હતા. ધી ઇન્સ્ટિટયુટ ઑફ ફ્રાંસે તેને તેમના પરદેશી સભ્યેામાંના એક તરીકે પસંદ કર્યો હતેા, અને ફ્રાંસના પ્રમુખે તેને 'ગ્રૅન્ડ ઑફિસર ઑફ ધી લીજીયન ઑફ ઑનર' બનાવ્યેા, અને પ્રશિયાએ તેને 'નાઇટ ઑફ ધી ઑર્ડર 'પાઉરલ મેરિત' બનાવ્યેા.

ઇંગ્લેંડમાં વિજ્ઞાનીઓના બાનુમંડળે તેને આપેલાં માન ઉપરાંત વિક્ટોરિયા રાણીને હાથે તેની સેવાઓની વધારે પિછાણ થઇ. ૧૮૯૨ના

બેસતા વર્ષને દિવસે તેણે તેને ઉમરાવ પદ બક્ષ્યું. તેણે 'બૅરન કેલ્વિન ઑફ નેધરૅાલ, લાર્ગ્ઝ' એવું પદ ધારણ કર્યું. ગ્લાસગો વિદ્યાપીઠનાં નવાં મકાનોની પાસેની કેલ્વિન નદી પરથી એ પદનું નામ બન્યું હતું.

૧૮૯૬ માં આખી દુનીઆભરમાં તથા અસાધારણ ખરા દીલિભર્યું, જાણવા જેવું પ્રદર્શન તેના માનમાં થયું હતું. ગ્લાસગોની વિદ્યાપીઠમાં સૃષ્ટિ ફિલસૂફીના અધ્યાપક તરીકે તેણે કરેલી યશસ્વી સેવાનું પચાસમું વર્ષ પૂરૂં થયાનું તે વર્ષ હતું. તે સમયે એક મોટી મેદની એકત્ર થઇ. તેમાં ઇંગ્લેંડ, આયર્લેન્ડ તથા બ્રિટિશ સ્વસ્થાનોમાંથી તેમજ સુધરેલા પરદેશોમાંથી આંતરરાષ્ટ્રીય નામનાવાળા તેના સહકર્મચારી વિદ્વાનીઓ, તેમજ રાજાઓ, ઠાકોરો, તથા મહાશાળાઓ વિજ્ઞાનમંડળો તથા સંસ્થાઓના પ્રતિનિધિઓ સામેલ થયા હતા.

૧૮૯૯ માં લૉર્ડ કેલ્વિને તેના અધ્યાપક પદનું રાજીનામું આપ્યું. હવે તેને પોણોસો વર્ષ થયેલાં હતાં અને તેને લાગ્યું કે એમ નિવૃત્ત થવાનો સમય આવી લાગ્યો છે. તેના પહેલાના શિષ્ય અને મદદનીશ તથા પાછળથી તેના મહાન ગુરૂની સમર્થ જીવનકથાના લેખકની તેની પછી એ જગાએ નીમણોક થઇ. આમ નિવૃત્ત થવા છતાં પણ કેલ્વિન એ વિદ્યાપીઠ સાથેના તેના લાંબા સંબંધને તદ્દન તો તોડી ન શક્યોઃ બહુ જ લાક્ષણિક અને શોભીતા વિનયથી તેણે તે વિદ્યાપીઠના ચોપડામાં એક વિજ્ઞાનના શોધક તરીકે પોતાનું નામ ચીતર્યું.

તે આમ નોકરીમાંથી તો નિવૃત્ત થયો પણ તેનો કાંઇ એવો અર્થ નથી થતો કે તે વૈજ્ઞાનિક પ્રવૃત્તિઓમાંથી નીકળી ગયો. એ પ્રવૃત્તિઓ તો નવાં જોમ અને તાજગીથી એવી તો ચાલુ રહી કે તેથી તેનાં સૌ મિત્રોને આશ્ચર્ય થયું. ૭૬ થયા છતાં પણ અવાર નવાર

યના આધાધીશીના હુમલા બાદ કરતાં તેની તંદુરસ્તી સારી ટકી રહી હતી. ૧૯૦૭ ના ડીસેંબરની ૧૮ મી તારીખે તે શાંતિ ભરી રીતે મરણ પામ્યો. તેની કબર સર આઇઝાકન્યુટની કબરની લગો-લગ છે. પ્રસંગને ઉચિત ખાનદાન માનથી ૨૩ મી ડીસેંબરે તેને ભૂમિદાહ કરવામાં આવ્યો. ' તેના લાંબા જીવન દરમિયાન સૃષ્ટિ-જ્ઞાનના ક્ષેત્રમાં ખુબ મહેનત કરનાર અને શાંતિ સમયના વીર તરીકે તેના દેશની અને દુનીઆની ઉમદા સેવા બજાવનાર ત્યાં ગાઢ નિદ્રામાં પડ્યો છે!

તેની અદ્દભૂત પ્રાણશક્તિ તથા તેના વિદ્યાર્થીઓ અને સહ-કર્મચારીઓ પર તેની હાજરી માત્રથી થતી જાણવા જોગી અસર વિષે-આ ટુંકી નોંધમાં એક માનવ તરીકેના તેના જીવન વિષે અમે બહુ જ થોડુ કહેલું છે. જે જે યશસ્વી માનવી-ઓનાં જીવનની નોંધ આ પુસ્તકમાં આપવામાં આવેલી છે તે સૌમાં લૉર્ડ કેલ્વિન જ એવી વ્યક્તિ છે કે જેને વિષે એમ કહી શકાય એમ છે કે આજે એવાં માણસો હજુ જીવંત છે જે કાં તો શિષ્ય કે મદદકર્મચારી તરીકે તેની અંગત અસર નીચે આવ્યા હતા. લૉર્ડ કેલ્વિન ઉપર એક ટુંકા પુસ્તકમાં ડૉ. રસલ કહે છે કેઃ—

' તેનાં પ્રાસ્તાવિક વ્યાખ્યાનોમાં પણ થૉમ્સન એવી મર્યાદાએ ઉડી જતો કે તેથી તેના વર્ગ ઘણા ચકરાઇ જતા અને મોં વકાસી અનાથ જેવા થઇ બેસી રહેતા. દાખલા તરીકે તે એમ કહેતો કે ગતિમાત્ર સાપેક્ષ છે.........આમ કહી તેના વર્ગના વિદ્યાર્થીઓના ખ્યાલોને અસ્થિર કરી નાખી, સાપેક્ષ ગતિ મેળવવી કેટલી સહેલી છે તે તે બતાવી દેતો......... સત્ર પૂરું થવાનું હોય તે દરમ્યાન વર્ષ દરમિયાન પૂરો કરવાનો અભ્યાસક્રમ બહુ વિશાળ હોવાથી. શિક્ષણની ગતિના વેગમાં વધારો કરવાની જરૂર પડતી હતી. સત્રનો છેલ્લો દિવસ હમેશાં કોઇને કોઇ રીતે યાદગાર પ્રસંગ નીવડતો હતો.

કલાક પૂરો થઇ ગયા પછી, પણ વર્ગના જે કોઇ છોકરા વ્યાખ્યાન સાંભળવા રહ્યા હોય તેમને અધ્યાપક સમય પૂરો થઇ ગયા પછી પણ બહુ લાંબા સમય સુધી વ્યાખ્યાન આપ્યા કરતો હતો ચાર કલાકથી વધારે સમય ચાલતા એ વ્યાખ્યાનના લાંબા ગાળામાં છેક અંત સુધી રહેનારા વિદ્યાર્થીઓમાં લેખક પોતે પણ એક હતો– ૧૮૭૮ માં. પણ અધ્યાપક તેનું વ્યાખ્યાન પૂરૂં કરવાનાં કાંઇ ચિન્હ બતાવે તે પહેલાં અમારામાંના મોટો વધારે ઉત્સાહી વિદ્યાર્થીઓ પણ થાકવા માંડતા હતા. એ છેલ્લા વ્યાખ્યાનનું સ્મરણ, સંઘરી રાખવા જેવી દોલત રૂપ થતું હતું. વળી ' બધા જુના વિદ્યાર્થીઓ કેલ્વિનનાં વ્યાખ્યાનોમાં તેમણે આપેલી હાજરીને એક કદી પણ ન ભુલાય એવી તથા હૃદયના ઉંડાણમાં સંઘરી રાખવા જેવી અણમોલી યાદદાસ્ત ગણે છે. ' ' બહુ પ્રબળ કલ્પના શકિત, વ્યાપ્તિઓ ઉપજાવી કાઢવાની પ્રબળ શકિત, તથા પોતાના ખ્યાલોને વ્યવહારમાં મૂર્તિમંત કરવાની શકિત–આ તત્વો જે કેલ્વિનમાં હતાં તેની બરોબરી કરનાર તત્વો માત્ર મોટામાં મોટા શોધકોમાં જ જોવામાં આવતાં હતાં. એક જ માણસમાં આ ત્રણ તત્ત્વ એકી સાથે હોય એ ખરેખર અદ્દિતીય પ્રસંગ છે. સર આઇઝાક ન્યુટનની વ્યાપ્તિઓની જેમ એની વ્યાપ્તિઓ જગવ્યાપી અગત્યભરી નહતી. આ બે બુદ્ધિના અપ્રતીમ વીરોની સરખામણી કરવાનું કામ બહુ અઘરૂં છે, કારણકે જે યુગોમાં તે થઇ ગયા છે તે એક એકથી બહુ છેટા છે. ન્યુટન વધારે સંગીન અને કાળજી રાખી કામ કરનારો હતો. જે કાંઇ તે પ્રસિદ્ધ કરતો તેમાં ભાગ્યે જ કાંઇ ચર્ચાસ્પદ રહેતું. બીજા હાથ પર કેલ્વિન તેના પ્રયોગો પૂરા થતાં સુધી ભાગ્યે જ રાહ જોઇ શકતો હતો. કરવાનું ઘણું હતું અને તે કરવાનો સમય બહુ થોડો હતો. જે કાંઇ કામ તેને હાથ ચઢતું તે, તે પૂરા જોમથી કરતો. '

ગ્લાસગોમાં એન્ડ્રુ ગ્રે તરફથી નીચેની પ્રશસ્તિ મળે છેઃ—

'ખૂબ મહેનત કરવાની શકિતને પ્રતિભા કહેવામાં આવે છે. તે એતો છે જ પણ તેથી પણ વધારે છે. પ્રતિભા એટલે ખ્યાલો, અંતર્જ્ઞાન, વસ્તુઓના છુપા પરસ્પર સંબંધ વિચારમાં પકડી લેવાની શકિત તથા પગલે પગલે આગળ વધી ગણિતની પૃથક્કરણની ભાષામાં અથવા જીવનની દોરવણીમાં તેને સ્પષ્ટ રીતે અને પૂર્ણ પણે દર્શાવવાની શકિત છે. લૉર્ડ કેલ્વિનની પ્રતિભા આ પ્રકારની હતી. ને ઉચ્ચ અને વ્યવહાર હતી. તે યથાર્થ રીતે સમજતો હતો, કારણ કે યાંત્રિક યોજનાને લાગુ પાડવાના કામમાં ન વપરાય એ પ્રકારના જ્ઞાનની મોહનીનો તેને અનુભવ થયો હતો. તેની મહાન શકિતઓને માનવ જાતની સેવામાં કામે લગાડવામાં તે નાનમ માનતો નહતો. તેના નિત્ય ધ્યાનનો વિષય કુદરતનાં બળોની ક્રીડા, વિવિધ આવિર્ભાવોમાં થતાં પિંડોનાં કાર્ય અથવા તે ભૌતિક વિજ્ઞાનના ક્ષેત્રને તે જે ભાષામાં સાર રૂપે વર્ણવવાનું પસંદ કરતો હતો તે મુજબ દ્રવ્યનાં ધર્મોનાં અવલોકન અને ચર્ચા—એ હતો. ઔદ્યોગિક સાધન-યોજનામાં તે જે કાંઇ જોતો અથવા શોધતો તે જોવા તથા મનુષ્યની સલામતી અને સગવડ વધારવામાં તેના ઉપયોગની શકયતા જોવા અને તેમ કરી માનવ સુખના કુલ સરવાળામાં વૃદ્ધિ કરવા તેની આંખ હમેશાં ખુલ્લી રહેતી હતી.'

૧૯૨૧ ના મેની ૪ થી તારીખે વિજ્ઞાનીઓનું એક સંમેલન ભરાયું. 'ઇન્સ્ટિટ્યુટ ઑફ સિવિલ એન્જીનીયર્સ' એ સંસ્થા તરફથી નવા તૈયાર થયેલા 'કેલ્વિન ચાંદ'ના પહેલા જ દાનનો એ પ્રસંગ હતો. મોટા તત્વજ્ઞ અને રાજ્ય પ્રકરણી લૉર્ડ બાલ્ફર તેમાં પ્રમુખપદે હતો. તેના વ્યાખ્યાનમાં તેણે કહ્યું હતું કેઃ—

'આર્કીમીડિઝ શિવાય પહેલાના વખતમાં જેની કોઇએ

ભાગ્યે જ બરાબરી કરી હોય અથવા કદાચ ન જ કરી હોય એવી રીતની કુદરતનાં અતિ નિકટ અને ઘણાં જ ગુપ્ત તથા અંધારામાં રહેલાં રહસ્ય પર કલ્પનાવાદ કરવાની શકિત અને સાથે સાથે સચોટ અને વ્યવહારૂ રીતે શિલ્પની કોઇ અદ્‌ભૂત સિદ્ધિ કરી બતાવવાની અથવા કોઇ શિલ્પ વિષયક શોધનું સફળ પરિણામ લાવવાની શકિત લૉર્ડ કેલ્વિનમાં હતી. 'શિલ્પી' એ નામને યોગ્ય તમામ આધુનિક શિલ્પીઓને માત્ર વ્યહારની દષ્ટિએ જ પોતાનો ધંધો ન કરતાં, શાસ્ત્રની અથવા વાદ દષ્ટિએ કામ કરવાની, તથા ગણિત શાસ્ત્રીઓ અને ભૌતિકવિદ્યાનીઓ તેમનાં પ્રયોગ મંદિરો તથા અભ્યાસ ગૃહોમાં ધીરજ ભરી મહેનતથી મેળવી શકે છે તેવાં કુદરતની કરામતના ઝડપથી વધતાં જતાં જ્ઞાન પર નજર સ્થિર રાખી ખરી વૈજ્ઞાનિક તપાસણીના જુસ્સાથી શિલ્પનાં કામો કરવાની ફરજ પાડનારી હીલચાલના નેતાઓમાંનો તે એક હતો.'

---

# વિજ્ઞાન આજનું અને આવતી કાલનું

## ૧. ભૂત દર્શન અને ભાવી દર્શન

આ પુસ્તકનાં પૃષ્ઠોમાં સૈકે સૈકે થતી જ્ઞાનની પ્રગતિની સમાલોચના આપણે કરી છે. એ સ્થિર અને સતત પ્રગતિની કથા છે. એક પછી એક નવાં સત્ય પ્રકાશમાં આણવામાં આવ્યાં છે, એક પછી એક કુદરતના કાયદા ખરૂી કાઢવામાં આવ્યા છે અને એક પછી એક તર્કવિરોધી માન્યતા અને ગેરસમજો દૂર કરવામાં આવી છે. ક્રમે ક્રમે આખા વિશ્વમાં વ્યાપી રહેલાં ભવ્ય વ્યવસ્થા, નિયમ અને પદ્ધતિના તંત્રની ઝાંખી થવા પામી છે. તેના પ્રત્યે આપણા દિલમાં આદરભાવ પ્રકટે છે અને તેનાથી આપણે ચકિત થયા વગર રહેતા નથી.

થોડા સમયથી એ પ્રગતિનો વેગ વધારે ઝડપી થયો છે. પ્રથમ પંક્તિની અમૂલ્ય ધરવતી શોધો પોતાની સાથે સાથે તેટલી જ અગત્યના નવ સર્જનો લાવતી ગઇ છે. ટપાલના વ્યવહારને ટેવાયેલી દુનીઆને જમીન પર તારનાં દોરડાં વાટે તથા સમુદ્ર પાર દરીઆની અંદર નાખેલાં તારના દોરડા વાટે વિજળી બળથી ઝડપી મંદેશા મોકલવાની વ્યવસ્થા ખરેખર અદ્દભુત જણાઇ હશે, પણ આજે તો તારનાં દોરડાં વગર મોકલાતા અપાર સંદેશાની પદ્ધતિ રોજંદા જીવનક્રમની સાધારણ વાત થઇ પડી છે અને તારનાં દોરડાં વગર વાતો કરવાની શક્યતાની વાતો સાંભળી કોઇને અચંબો થતો નથી.

આમ છતાં વ હજુ તો આપણે જ્ઞાન ભંડારના ઉંબરે ઉભા છીએ. કુદરતનાં સત્યોનું આવરણ કરતા પરદાનો હજુ એક જ ખૂણો,

તેમાં જણાતાં સત્ય માનવજાતને સમન્વય એટલા માટે ઉંચકાયેા છે. વાંચકને યાદ હશે કે ન્યુટને એકવાર લખ્યું હતું કેઃ—

'મહાન સત્યનેા મહાસાગર અણુશેાધ્યેા પડયેા હેાય તેવે પ્રસંગે એકાદેા વધારે સુંવાળા પાંચીકેા કે વધારે રૂપાળી છીપાળી અવારનવાર જડતાં આનંદ માનતા દરીઆ કિનારે રમતા એક છેાકરા જેવેા હું છું એમ મને જણાય છે' ન્યુટનના સમયથી આપણે બહુ આગળ વધ્યા છીએ, તેા પણ બહુમાં બહુ તેા આપણે એટલું જ કહી શકીએ એમ છીએ કે કેટલાક વધારે પાંચીકા સુંવાળા થયા છે અને થેાડીક વધારે છીપાળીઓ ખુલ્લી થઇ છે. શેાધવાનાં સત્યેાનેા અનંત સાગર હજુ આપણી આગળ પડયેા છે.

આજે હજુ તેા નવા સૈકાનેા પહેલેા પાદ માંડ માંડ પસાર થયેા છે ત્યાં તેા લૉર્ડ કેલ્વિન તથા તેના એાગણીસમી સદીના સમકાલીનેા અટકયા હતા તે બિંદુએથી તેા આપણે ઘણા આગળ વધી ચૂકયા છીએ. એક કરતા વધારે દિશામાં અવનવા બનાવેા વિજ્ઞાનની દુનીઆમાં ક્ષેાભ મચાવી રહ્યા છે, અને ઝડપી ભાવી ખીલવણીઓની વિશાળ શકયતાઓનાં ક્ષેત્ર ખુલ્યાં છે.

## ૨. વ્યવહારમાં લાગુ પાડેલું ભૌતિક વિજ્ઞાન

આજે વૈજ્ઞાનિક શેાધખેાળનું સામાન્ય વલણ શું છે ? અત્યાર આગમચ શેાધાયેલા ભૌતિકવિજ્ઞાનના કાયદાઓને ઉપયેાગિતાની દિશામાં લાગુ પાડવા રૂપ ભૌતિકવિજ્ઞાનની સાધારણ ખીલવણીની વાત બાજુએ રાખતાં, વ્યવહારેાપયેાગી ભૌતિકવિજ્ઞાનની આલમમાં આ વીસમી સદીનાં મુખ્ય લક્ષણેામાંનું એક નિઃસંદેહ રીતે આપણે હવા પર મેળવેલી જીત છે. 'હવાથી હલકાં યંત્રો 'ને લાગે વળગે છે ત્યાંસુધી તેા મૂળગત વિજ્ઞાનના પ્રશ્નો બહુ મેાટા નથી, જો કે તે લેખામાંથી કાઢી નાખવા જેવા પણ નથી;

પણ હવા કરતાં ભારે યંત્રનો એટલે હવાઇ વિમાનનો ( એરોપ્લેન ) પ્રશ્ન ઘણો ભારે છે. કાંઇક અંશે આ પ્રશ્નની બાબતમાં થતી પ્રગતિમાં અટકાવ કરનાર તત્ત ન્યુટનનો પ્રભાવ જ હતું, કારણ કે તણે એવું શીખવતો વાદ ઉપજાવી કાઢયો હતો કે હવામાં બહુ ઝડપથી ગતિ કરતી ચીજના સામે થતો પ્રતિરોધ એટલો બધો મોટો થાય કે તેની ગતિને ચાલુ રાખવા માટે જરૂરની યાન્ત્રિક શકિત અતિઘણી મોટી અને પરિણામે સામાન્ય વપરાશમાં ન લઇ શકાય એવડી બધી થઇ જાય. અમેરિકાના પ્રો. લેન્ગ્લીએ ૧૮૮૭ ની સાલથી માંડી કરેલાં આગુઆ કામે એ ગેરસમજૂત દૂર કરી છે. તેણે બતાવી આપ્યું કે ન્યુટનના નિર્ણયોથી ઉલટી રીતે અમુક વિમાનની ક્ષિતિજસમસૂત્ર દિશામાં થતી ગતિ જેમ વધારે ઝડપી તેમ તેને હવામાં તોલી રાખવા માટે ઓછી શકિતની જરૂર પડે. ગણત્રીવાદની દિશામાં ચાયન, બેઅર્સ્ટો અને લાંકેસ્ટરે તથા વ્યવહાર બાજુમાં લિલ્યેન્થાલ ભાઇઓ તથા ઓર્વિલ રાઇટ જેવા આગુઆઓએ આ પ્રશ્નની વધારે ખીલવણી કરી છે.

હવા કરતાં ભારે યંત્રોના ઉડ્ડયનના વાદમાં રહેલા મૂળગત પ્રશ્નોમાં નીચે જે લખ્યું છે તેનાથી થોડી ઘણી સમજ પડશે. આકૃતિ ૧૧૯ માં બતાવ્યા મુજબ, ક્ષિતિજસમસૂત્ર દિશાની જોડે બહુ નાનો ખૂણો કરતું એક વિમાન કલ્પો. તેનું વજન ઘ ઘંબ-રેખામાં નીચેની બાજુ કાર્ય કરે છે. તેને ઉચકવા માટે તેના જેટલું જ બ ગ ઉપરની બાજુ થવું જોઇએ. હવે ધારો કે એન્જીન તથા આગળ ધપાવનાર યંત્રને બળે ક ઘ રેખાની દિશામાં તે વિમાનને આગળ ચલાવે એવું બળ લાગુ કરવામાં આવે છે. વિમાની ખાસ ભાષામાં વિમાનની આવી ગતિને 'રેશીઇંગ' કહે છે. આ ગતિથી તે વિમાનમાં ક્ષિતિજસમસૂત્ર દિશામાં કાર્ય કરતું હવાનું દબાણ તેની ગતિના તલની નીચેની બાજુએ થાય છે અને સાથે સાથે એ

ઘ તલેની ઉપલી બાજુએ કંઇક અંશે વાત શૂન્ય થાય છે. આ
·અસરોનાં સંયુક્ત પરિણામરૂપે ઉપલી બાજુએ કાર્ય કરતું
કારી બળ ઘ, પેદા થાય છે, અને વિમાનની ગતિની વૃદ્ધિ
: તેમાં પણ વૃદ્ધિ થાય છે. એ પ્રતિકારી બળ ઘ, વિમાનના
ત ઘ કરતાં વધી જાય છે, ત્યારે તેનાથી તે વિમાન પૃથ્વીપરથી
કાઇ જાય છે અને તેનાં યંત્રોથી થતા બળને જોરે ઝડપી
એ આગળ વધે છે. આમ થયા પછી પ્રશ્ન માત્ર હવાનો એ
ી બાજુ થતો ઠેલ્લો ચાલુ રાખવા જેટલો તે યંત્રનો વેગ ચાલુ
વાનો જ રહે છે. એ તો સહેજ જોઇ શકાશે કે ઉપલી આખ્યાં
ત, ડાબી કે જમણી બાજુએ થતી યંત્રની ગતિથી તદ્દન સ્વતંત્ર
અને તેથી તેને ડાબી જમણી બાજુ હંકારવાની યાંત્રિક વ્યવસ્થા
ાથી, તેને મરજીમાં આવે તેમ ચલાવવાનું શક્ય થાય છે. અને
ાજસમસૂત્ર દિશા જોડે યંત્રની અ ઘ રેખા જે ખૂણો કરે છે
નાનો મોટો કરવાથી ઘ, ની કિંમતમાં જોઇતો ઘટાડો કે વધારો
શકાય છે અને તેથી યંત્રને મરજી મુજબ નીચે ઉતારી શકાય
: વધારે ઉંચું ચઢાવી શકાય છે. અલબત્ત ઉપલી ટુંકી હકીકતમાં
ાનના પ્રશ્નમાં આવતા તેના આકાર, સપાટીનું પૃષ્ઠફળ, સપાટીનું
ં, વગેરે એકસો ને એક તેની ગતિમાં વિક્રિયા કરનાર વિચારોનો
શ કરવામાં આવ્યો નથી.

### ૩. શુદ્ધ ભૌતિક વિજ્ઞાન

શુદ્ધ ભૌતિક વિજ્ઞાનના ક્ષેત્ર તરફ ફરતાં આધુનિક શોધખોળનું
ન લક્ષણ પરમાણુની ઘટનાની તપાસણી છે. ડેલ્ટને તેના
ાણુવાદની પ્રતિજ્ઞા કરી તે વાતને સોથી વધારે વર્ષ થઇ ગયાં
એ વાદ મુજબ દ્રવ્યના વિચ્છેદની આખર મર્યાદા 'પરમાણુ'
આજે આપણે જાણીએ છીએ કે પરમાણુ બહુ અટપટી
ાવાળી ઘટના છે.

આ નવી દિશામાં થયેલા પ્રયાણની શરૂઆત ૧૮૭૮ થી થયેલી ગણી શકાય. એ વર્ષમાં સારી રીતે પાતળી કરેલી હવાથી ભરેલી નળીઓમાં થતા વિજળીના સ્ફોટનો અભ્યાસ કરતાં સર વિલિયમ ક્રૂક્સે ' ઋણ ધ્રુવ કિરણો 'ની ( કેથોડરેઝ ) શોધ કરી. તે કિરણો સૂક્ષ્મ વિજળીપૂર્ણ કણોના પ્રવાહ રૂપ હતાં. પાછળથી એ કણોને ' વિદ્યુદણુ ' ( ઇલેકટ્રોન ) એવું નામ આપવામાં આવ્યું હતું. ત્યાર પછી સંકેત સંદેશાની પદ્ધતિની ખ્યાતિવાળા હટ્ઝે ૧૮૯૩માં સિદ્ધ કરી બતાવ્યું કે વાતશૂન્ય નળીઓની અંદર મૂકેલી કેટલીક ધાતુઓની પાતળી તક્તીઓને એ કિરણો ભેદી શકે છે. એવી ધાતુઓમાં એલ્યુમિનિયમનો પણ સમાવેશ થતો હતો. આ શોધને આગળ ધપાવતાં લેનાર્ડ ૧૮૯૪ માં, વાતશૂન્ય નળીનો છેડો એલ્યુમીનિયમનો બનાવી તેની અંદરનાં ઋણ ધ્રુવ કિરણોને હવામાં પસાર કરવામાં સફળ થયો. આ રીતે વાતશૂન્યનળીનો એલ્યુમિનિયમ ધાતુનો બનેલો ભાગ તે કિરણોની તે નળીની બહાર નીકળવાની બારીરૂપ બની ગયો હતો. વાતશૂન્યની બહાર નીકળતાં એ કિરણો હવામાં પણ તેજસ્વી રહ્યાં હતાં અને ફોટોગ્રાફની પ્લેટ પર અસર કરતાં જણાયાં હતાં.

માહી મગતો અહીં નિર્દેશ કરવાની જરૂર છે કે લેનાર્ડના પ્રયોગ પછી એક વર્ષ બાદ ૧૮૯૫ માં લેનાર્ડનું કામ ફરીથી કરી જોતાં રેન્જને લગભગ અકસ્માતથી એકસ-કિરણોની હયાતીની શોધ કરી અને તેના જાણવાજોગા ધર્મો પ્રયોગોદ્વારા શોધી કાઢયા. પાછળથી દવા અને શસ્ત્રક્રિયાને તે લાગુ પાડવાથી મનુષ્યજાતિને મહાન લાભ થયો છે

હવે આપણા મુખ્ય વિષય તરફ ફરતા યુરેનિયમ તથા તેના ક્ષારોના શક્તિ-વિક્ષેપની ( રેડિઓ-એક્ટિવિટી ) ૧૮૯૬ માં હેન્રી બેકેરલે કરેલી શોધપર આપણે આવી પહોંચીએ છીએ. યુરેનિયમ તથા તેના ક્ષારોમાં શક્તિ-વિક્ષેપનો ધર્મ રહેલો છે એનો અર્થ એવો થાય છે કે સૂર્યના તેજમાં ખુલ્લા મૂકતાં એ દ્રવ્યો ચમકતાં;

થઈ જાય છે. તેવે વખતે તેમાંથી નીકળતાં કિરણો તેજને અપારદર્શક પદાર્થોને ભેદી શકે છે અને ફોટોગ્રાફની તકતી ઉપર અસર કરી શકે છે.

૧૯૦૩ માં પ્રોફેસર તથા મેડમ કરીએ રેડિયમ ધાતુને તેના શુદ્ધ સ્વરૂપમાં જુદી પાડી. તેની અંદર રહેલા અજબ શક્તિના સંચયના પ્રશ્ને વિજ્ઞાનની દુનીઆમાં ક્ષોભ મચાવી મૂક્યો; કારણ કે કોઈ પણ જાતના દેખીતા રાસાયનિક વિકાર વગર એ રેડિયમ સતત રીતે ગરમી અને પ્રકાશ આપ્યાજ કરે છે, અને રેડિયમના ક્ષારો પણ તેમની આસપાસની ઉપાધિ કરતાં ૩° અંશ ફેરનહીટ વધારે ઉષ્મામાને રહેતાં જણાય છે.

આવો અપૂર્વ શક્તિનો સંચય તેમાં ક્યાંથી આવે છે ? રૂથરફોર્ડ અને સૉડીના-વિઘટનવાદ (ડિસિન્ટિગ્રેશન થીઅરી) અનુસાર શક્તિ-વિક્ષેપ કરતાં દ્રવ્યોમાંથી ફેંકાતાં કિરણ, તેની પરમાણુ ઘટનામાં થતા ભંગનાં ચિહ્નરૂપ છે. ગણત્રી કરતાં જણાય છે કે રેડિયમનો એક ગ્રેન ૧૭૬૦ વર્ષમાં આવા વિક્ષેપને કારણે ઘટીને અર્ધો ગ્રેન થઈ જાય. એજ રીતે રેડિયમમાંથી નીકળતો 'રેડિયમ એમેનેશન' નામનો અને રેડિયમના પોતાના કરતાં પણ વધારે સક્રિય, વાયુ, ચાર દિવસમાં તેના મૂળ કદથી અર્ધો થઈ જાય છે. વિલિયમ રેમ્સેએ એવી ગણત્રી કરી છે કે એક ટન રેડિયમમાં રહેલી શક્તિ પંદર લાખ ટન કોલસામાં રહેલી શક્તિના જેટલી છે.

આ બધાની ખીલવણીરૂપે તથા સર જે. જે. થૉમ્સન અને બીજાઓએ વિદ્યુદણુના વિષયમાં છેલ્લાં થોડાં વર્ષોમાં કરેલી વિગતવાર શોધોને પરિણામે, ઓગણીશમા સૈકામાં પ્રવર્તતા દ્રવ્યની ઘટનાના ખ્યાલથી ઘણો જ જુદો પડતો ખ્યાલ અભિવૃદ્ધ થવા પામ્યો છે. આધુનિક ખ્યાલ મુજબ એક અવિભાજ્ય એકમ લેખાવાને બદલે પરમાણુ, સંખ્યાબંધ અતિસૂક્ષ્મ ઋણ વિદ્યુદણુથી ચોમેર વીંટળાયેલા

ધનવિદ્યુત્પૂર્ણ અતિસૂક્ષ્મ કેન્દ્રપિંડ છે. એ કેન્દ્રપિંડમાં ધન અને ઋણ વિજળીઓ મેળમેળ થયેલી હોય છે, પણ ધન વિદ્યુતનું પ્રમાણ વધારે હોય છે. ઉપર જણાવેલાં સૂક્ષ્મ ઋણવિદ્યુત્કણો પેલા કેન્દ્રપિંડથી જુદે જુદે અંતરે રહી, સૂર્યની આસપાસ ગ્રહો ફરે તેમ તેની આસપાસ ફરતા રહે છે, પરમાણુની દ્રવ્યમાત્રા એ કેંદ્રપિંડ આગળ કેંદ્રિત થયેલી હોય છે. કેંદ્રપિંડની આસપાસ ભમતાં રહેતાં ઋણ વિદ્યુદણુઓનું વજન માત્ર તેના ૧૮૪૦ અંશ જેટલું જ હોય છે

સાધારણ પરમાણુમાં કેંદ્રપિંડ પરની ધન વિદ્યુતનો જથ્થો તેની આસપાસ ફરતાં ઋણ વિદ્યુદણુઓની સંખ્યાની તદ્દન બરાબર હોય છે, પણ તેવાં ઋણ વિદ્યુદણુઓની સંખ્યા દરેક તત્ત્વ દ્રવ્ય માટે જુદી જુદી હોય છે. એ સંખ્યા ' પરમાણુ સંખ્યા ' ( ઍટૉમિક નંબર ) એવા નામથી ઓળખાય છે. સીસા માટે તે સંખ્યા ૮૨ છે. પારા માટે ૮૦, સોના માટે ૭૯, ઑક્સીજન માટે ૮, હીલિયમ માટે ૨ અને હાઇડ્રોજન માટે ૧ છે કોઇ પણ તત્ત્વ દ્રવ્યના ભૌતિક અને રાસાયનિક ધર્મોનો આધાર આ સંખ્યા ઉપર છે. આ ઉપરથી ભવિષ્યને એક મહાપ્રશ્ન ઊભો થાય છે. એ પ્રશ્ન તે એક તત્ત્વને બીજામાં રૂપાંતર પમાડવા રૂપ કીમિયાનો છે. દૂર દૂરના ભૂત કાળને હવે પછી આવનારા ભવિષ્ય કાળ જોડે ગાંઠનાર ઘણા મનમુગ્ધ કરનારા પ્રશ્નોમાંનો આ એક છે.

પારાની પરમાણુ સંખ્યા ૮૦ ની છે અને સોનાની પરમાણુ સંખ્યા ૭૯ છે. જે કાંઇ કરવાનું છે તે પારાના કેંદ્રપિંડમાંની ધન વિદ્યુતનો અમુક એટલો હીસ્સો ઘટાડવાનો છે, કે જેથી તેને મળતો એક ઋણ વિદ્યુદણુ તેમાંથી ખસી જાય. એ ઋણ વિદ્યુદણુ આમ અનુકૂલ થઇ જાય અને પારાના પરમાણુમાંથી નીકળી જાય એટલે બેડો પાર ! તેમ થતાં પારાનું સોનું થઇ જાય ! પણ એ થાય કેવી રીતે ? આ હેતુ સિદ્ધ કરવાનો એક માત્ર ઉપાય પારાના પર-

માણુના કેંદ્રપિંડ પર કોઇ અનુકૂળ હલકા અને સૂક્ષ્મ ગોળાઓનો મારો ચલાવવાનો છે. આમ પારાના પરમાણુના કેંદ્રપિંડ પર મારો ચલાવનાર પિંડો એવાં તો સૂક્ષ્મ હોવાં જોઇએ કે, તે કેંદ્રપિંડની આસપાસ ભમતાં ઋણ વિદ્યુદણુઓ સાથે અથડાવા ન પામે. આ કામ માટે હીલિયમ કે હાઇડ્રોજનનાં પરમાણુ અનુકૂળ થઇ પડે ખરાં. એ કેંદ્રપિંડ પર દશ લાખ ચોટ લગાવવામાં આવે તો હજારો વાર તો કેંદ્રપિંડ પર ચોટ લગાવવા આવનાર પિંડ તેની આસપાસ ભમતાં ઋણ વિદ્યુદણુઓ જોડે અથડાઇ પડે, હજારો એ વિદ્યુદણુઓની વચ્ચેના અવકાશમાંથી પસાર થઇ કેંદ્રપિંડને લાગ્યા વગર સામી પાસ ચાલ્યાં જાય, વળી બીજાં હજારો લગભગ તે કેંદ્રપિંડની પાસે આવી જાય, પણ તેની પર ન અથડાતાં, સૂર્યની આસપાસ ધૂમકેતુઓ ફરે છે તેમ તેની આસપાસ ફરતા થઇ જાય; કદાચ એ દશ લાખની સંખ્યામાંથી એકાદો, દરેક માર ને રોકાવતા એ કેંદ્રપિંડ પર અથડાવા પામે. આમ થાય ત્યારે પણ એ તો પ્રશ્ન રહેછે જ કે તેવી રીતે અથડાતા પરમાણુમાં તે કેંદ્રપિંડને તોડવા જેટલી શક્તિ હશે કે કેમ? વળી દશ લાખ પ્રસંગોમા આવી સફળતા ત્યારે જ કહી શકાય એટલા પ્રમાણુમાં તત્ત્વ ફેર થઇ શકે.

આમ છતાં પણ ઉપર જણાવેલો તત્ત્વપલટો હાલના સમયમાં કેંબ્રિજમાં પ્રો. રૂથરફૉર્ડે ખરેખર કર્યો છે. તેણે નાઇટ્રોજનના પરમાણુ પર ઉપર વર્ણવેલી રીતે હુમલો કર્યો. આ કામ માટે તેણે હીલિયમનાં પરમાણુઓને ' બૉમ્બ ', તરીકે વાપર્યાં હતાં. 'રેડિયમ સી'એ નામથી ઓળખાતા દ્રવ્યમાંથી શક્તિ–વિક્ષેપની રીતે નીકળતાં અતિ વેગવાળાં કણોના રૂપમાં તે હતાં, અને દર સેકંડે ૧૨,૦૦૦ માઇલના વેગથી તે ધસ્યાં જતાં હતાં. રૂથરફોર્ડે સિદ્ધ કર્યું કે નાઇટ્રોજનનાં પરમાણુઓના થોડા ટકામાંથી હાઇડ્રોજનનાં પરમાણુ મેળવવામાં તે સફળ થઇ શકયો હતો. આ રીતે એક

આ વિશ્વના ઘટકરૂપ તેનો દરેક ભાગ એક અથવા બીજી રીતે ગતિ કરતો હોય છે અને તેથી તે વિશ્વના જુદા જુદા ભાગોમાં અવલોકન કરનારાઓ પોતાની ગતિને અનુલક્ષી, સાપેક્ષ અમરોજ જોઇ શકે છે. પૃથ્વી પર રહેતા આપણે દાખલા તરીકે સિરિયસ તારા પરના અવલોકન કરનારાઓના જેવી ગતિ કરતા હોતા નથી અને તેથી આપણે તથા તે લોકોએ કરેલાં કુદરતનાં તથ્યનાં અવલોકનો જુદાં જુદાં જણાય છે. પૃથ્વી પરનો વિજ્ઞાની તેનાં સારણી અને સમીકરણોની શ્રેણીઓ રચે છે, અને સિરિયસ પરનો વિજ્ઞાની પણ તેમજ કરે છે. પણ એ બંનેને સરખાવતાં આપણને માલૂમ પડે છે કે સારણી તથા સમીકરણોના એ બંને સમૂહો એક એકથી જુદા હોય છે. આઇન્સ્ટીન કહે છે કે આમ છે ત્યાં સુધી,. આપણે રચેલા કાયદા નિરપેક્ષ સત્ય રૂપ નહિ, પણ માત્ર સાપેક્ષ જ ગણી શકાય. આથી આપણે કહીએ છીએ કે આઇન્સ્ટીનના વાદનો અંદર રહેલો સિદ્ધાંત એવો છે કે કુદરતના કાયદાને ગણિતની ભાષામાં એવી રીતે દર્શાવવા જોઇએ કે જેથી તે કાયદા ઘડનાર અવલોકનકારની પોતાની ગતિ સ્થિતિથી તે સ્વતંત્ર હોય.

એતો ઇતિહાસની વાત છે કે આપણી આસપાસ દેખાતા અવકાશમાં 'ઇથર' નામની કોઇ ચીજ છે એમ માની લઇ વિવિધ લોકોએ વિવિધ ઉપાયોથી એ ઇથરમાં થઇને થતી પૃથ્વીની ગતિ શોધી કાઢવાના અને તેમ કરી કુદરતના કાયદાઓમાં તેને અંગેની છુટ મુકવાના કેટલાય યત્નો કર્યા હતા. એ બધા યત્નો નિષ્ફળ નીવડયા હતા. આથી આઇન્સ્ટીને હિંમતથી જાહેર કર્યું કે વસ્તુનું યથાર્થ સ્વરૂપ જોતાં એવી ગતિ પારખી શકાય એમ છે નહિ. આ ઉપરથી તેણે પોતાનો કલ્પના વાદ ખીલવવા માંડયો. આ દુનીઆની તંત્રપદ્ધતિ જેવી રીતે સમજવા આપણે ટેવાયા છીએ તેથી તદ્દન ભિન્ન તંત્રપદ્ધતિ તે વાદ આપણને સમજાવવા માગે છે.

દ્રવ્ય, અવકાશ તથા સમય એ ત્રણ ખ્યાલને આપણે એક એકથી તદ્દન ભિન્ન ખ્યાલ માનીએ છીએ. આઇન્સ્ટીન જાહેર કરે છે કે એથી ઉલટું આ ત્રણે ખ્યાલ એક એક જોડે બહુ નિકટ સંબંધ ધરાવનારા અને પરસ્પર સંકળાયેલા ખ્યાલો છે, અને આપણા અનુભવનું મૂળગત તથ્ય તો જે કાંઇ બનાવ બને છે તે જ છે. અવકાશ અને સમય તો એક એકથી છુટા ન પાડી શકાય એવા ખ્યાલ છે. જે કોઇ બનાવો બને છે તે અમુક સ્થળે કે અમુક સમયે બનતા નથી, પણ તે માત્ર છે ! યથાર્થ દર્શન માટે એક એકને કાટખૂણે રહેલી ત્રણ જુની ઉલ્લેખ ધરીઓની યોજનાને સ્થાને એક એકને કાટખૂણે રહેતી ચાર ઉલ્લેખ ધરીઓની યોજના હવે આપણે લેવી પડશે. આ ચારમાંની ચોથી ધરી તે સમયધરી ' ત્રણ ધરી 'ની યોજનામાં, ભિન્ન ભિન્ન ગતિવાળા, દશ જુદા અવલોકનકારો, તેમનાં દશ જુદાં દૃષ્ટિ બિંદુએથી કોઇ એક જ બનાવનાં દશ જુદાં દર્શનો વર્ણવશે, પણ ચાર પરિમાણના સાતત્યને ( ફોર–ડાયમેન્શનલ કન્ટીન્યુઅમ ) અનુસરતાં એક બનાવનું એક જ દર્શન મળે છે, પણ તે એ શરતે કે બધા અવલોકનકારોને માટે ઉલ્લેખ ધરીઓ એક જ હોય.

અવકાશની સાપેક્ષતા એ કાંઇ નવો ખ્યાલ નથી, પણ સાપેક્ષતામાં સમયનું ઘટક નિઃસંદેહ નવી વસ્તુ છે. હવે કઇ મુદ્દાની બાબતોમાં આઇન્સ્ટીન ન્યુટનથી જુદો પડે છે તે જોઇએ. ન્યુટન એવું ઉપદેશતો હતો કે તે તદ્દન સ્વતંત્ર દ્રવ્યમાત્રા હમેશાં સીધી લીટીમાં ખસે છે અને તેથી વક્રગતિની સમજૂતિ આપવા તેણે બળનો ખ્યાલ દાખલ કર્યો. દાખલા તરીકે પૃથ્વીની આસપાસ ફરતા ચંદ્રની બાબતમાં ગુરુત્વાકર્ષણ વાદનો ખ્યાલ દાખલ કર્યો. આઇન્સ્ટીન પણ કહે છે કે તદ્દન સ્વતંત્ર દ્રવ્યમાત્રા સીધી લીટીમાં ગતિ કરે છે, પણ તેની તકરાર એવી છે કે ચંદ્ર પણ સીધી

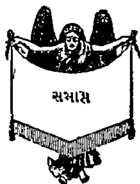
લીટીમાં જ ગતિ કરે છે. માત્ર આપણને તે તેમ ગતિ કરતો જણાતો નથી અને તેનું કારણ એ છે કે 'કોઇ દ્રવ્ય સમૂહની પાસે આવેલો અવકાશ એવે પ્રકારે બદલાય છે કે તેની અંદરની સીધી લીટી, અવકાશના એ વિકારથી અણજાણ આદમીને વક્ર રેખા રૂપે જણાય છે.' અમે આગળ ટીકા કરી છે કે આ નવા દર્શનાનુસાર હવે 'એક સીધી લીટી અમુક બે બિંદુઓ વચ્ચેનું ટુંકામાં ટુંકું અંતર' આમ કહેવું તે આઇન્સ્ટીનના તથ્યને યુક્લીડની ભાષામાં મૂકવાની રીત કહી શકાય. આઇન્સ્ટીનની પરિભાષામાં એ તથ્ય દર્શાવતાં 'સીધી લીટીએ બે બિંદુઓ વચ્ચેનું ટુંકામાં ટુંકું અંતર છે, પણ તે અંતર 'ચાર ધરીના સાતત્યમાં' હોવું જોઇએ. જેને આપણે 'અવકાશ' એવા શબ્દથી ઓળખીએ છીએ તેવા તેના સાપેક્ષ રીતે પસંદ કરેલા અને જેને આપણે જુની પદ્ધતિના ત્રણ પરિમાણવાળા ઉલ્લેખના ચોકઠામાં દર્શાવીએ છીએ તેવા ખંડમાં નહિ'—એમ કહેવું વધારે યથાર્થ થઇ પડશે.

આ સ્થળે સાવધાનીનો એક શબ્દ કહેવાની જરૂર છે. આધુનક સાપેક્ષવાદે કોઇ પણ રીતે ન્યુટનને પદચ્યુત કર્યો નથી. આઇન્સ્ટીનના વાદ પરથી નીપજતાં સમીકરણો જે ગુરૂત્વનો નિયમ બતાવે છે ને ન્યુટનના તે કાયદા જોડે એટલે બધે અંશે મળતો જણાય છે કે આપણે એમ કહી શકીએ કે આપણી સમક્ષ રજુ થતા પ્રશ્નોમાં જે જે સાધારણ વેગોનો આપણને પ્રસંગ પડે છે તેની બાબતમાં તો તે બને વ્યવહારમાં એક જ છે. પણ એ વેગોનું પરિમાણ વધવા મંડે છે, ત્યાંથી તે જુદા પડવા મંડે છે અને પ્રકાશની સાથે સરખાવી શકાય એવા વેગો માટે એ ભેદ બહુ મોટો થતો જણાય છે.

૧૯૨૧ ના જુન માસમાં લંડનની કિંગ્ઝ કૉલેજ આગળ

વ્યાખ્યાન આપવા આલ્બર્ટ આઇન્સ્ટીને ઇંગ્લેંડની મુલાકાત લીધી હતી. વ્યાખ્યાન પછી ઇંગ્લેંડના સૌથી વધારે નામાંકિત તત્ત્વજ્ઞોની હાજરીવાળા એવા ભોજનમાં તેણે માનનીય અતિથિ તરીકે હાજરી આપી હતી. પરોણાની તંદુરસ્તી ઇચ્છતાં સુરાપાન કરતાં તે કૉલેજના આચાર્ય અર્નેસ્ટ બેકરે નીચેની સુંદર ભાષા વાપરી હતીઃ—

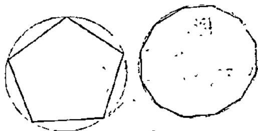
'અમે તમારું બેવડું સ્વાગત કરીએ છીએ, વિશ્વના જ્ઞાનભંડારમાં ઉમેરો કરનાર નવું સત્ય શોધવા માટે, અને થોડા જ સમય પર અમારા દુશ્મન દેશમાંથી આંતરરાષ્ટ્રીય વિજ્ઞાનના તુટેલા તાર રવુ કરવા માટે અહીં આવવા માટે. તમારી આજ્ઞાથી આપણા વિશ્વમાંથી સીધી લીટીઓને દેશવટો મળેલો છે, તો પણ એક સીધી લીટી તો હમેશાં રહેશે જ. ન્યાય અને સત્યની સીધી લીંટી. આપણી બંને પ્રજાઓ એક એકને પડખે રહી, સમાંતર ગતિમાં એ સીધી રેખાને અનુસરે. યુકિલડે ઉપદેશ્યું છે તે છતાં પણ એ સમાંતર રેખાઓ તે બંને દેશોની પરસ્પર મૈત્રીમાં તથા દુનીઆની બીજી પ્રજાઓની મૈત્રીમાં આવી મળશે.'



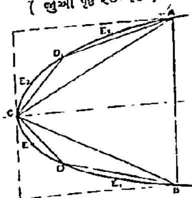
લીટીમાં જ ગતિ કરે છે. માત્ર આપણને તે તેમ ગતિ કરતો જણાતો નથી અને તેનું કારણ એ છે કે ' કોઇ દ્રવ્ય સમૂહની પાસે આવેલો અવકાશ એવે પ્રકારે બદલાય છે કે તેની અંદરની સીધી લીટી, અવકાશના એ વિકારથી અણજાણ્યા આદમીને વક્ર રેખા રૂપે જણાય છે. ' અમે આગળ ટીકા કરી છે કે આ નવા દર્શનાનુસાર હવે ' એક સીધી લીટી અમુક બે બિંદુઓ વચ્ચેનું ટુંકામાં ટુંકું અંતર ' આમ કહેવું તે આઇન્સ્ટીનના તથ્યને યુક્લીડની ભાષામાં મૂકવાની રીત કહી શકાય. આઇન્સ્ટીનની પરિભાષામાં એ તથ્ય દર્શાવતાં, ' સીધી લીટીએ બે બિંદુઓ વચ્ચેનું ટુંકામાં ટુંકું અંતર છે, પણ તે અંતર ' ચાર ધરીના સાતત્યમાં ' હોવું જોઇએ. જેને આપણે ' અવકાશ ' એવા શબ્દથી ઓળખીએ છીએ તેવા તેના સાપેક્ષ રીતે પસંદ કરેલા અને જેને આપણે જુની પદ્ધતિના ત્રણ પરિમાણવાળા ઉલ્લેખના ચોકઠામાં દર્શાવીએ છીએ તેવા ખંડમાં નહિ '—એમ કહેવું વધારે યથાર્થ થઇ પડશે.

આ સ્થળે સાવધાનીનો એક શબ્દ કહેવાની જરૂર છે. આધુનિક સાપેક્ષવાદે કોઇ પણ રીતે ન્યુટનને પદચ્યુત કર્યો નથી. આઇન્સ્ટીનના વાદ પરથી નીપજતાં સમીકરણો જે ગુરુત્વનો નિયમ બતાવે છે ને ન્યુટનના તે કાયદા જોડે એટલે બધે અંશે મળતો જણાય છે કે આપણે એમ કહી શકીએ કે આપણી સમક્ષ રજુ થતા પ્રશ્નોમાં જે જે સાધારણ વેગોનો આપણને પ્રસંગ પડે છે તેની બાબતમાં તો તે બન્ને વ્યવહારમાં એક જ છે. પણ એ વેગોનું પરિમાણ વધવા માંડે છે, ત્યાંથી તે જુદા પડવા માંડે છે અને પ્રકાશની સાથે સરખાવી શકાય એવા વેગો માટે એ ભેદ બહુ મોટો થતો જણાય છે.

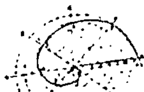
૧૯૨૧ ના જુન માસમાં લંડનની કિંગ્ઝ કૉલેજ આગળ

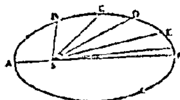


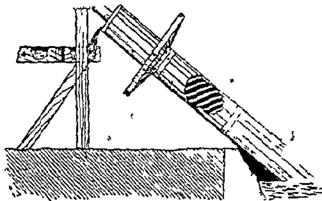
આકૃતિ સંખ્યાંક ૧.
મર્યાદાનો ખ્યાલ વર્તુળના ક્ષેત્રફળને લાગુ પાડવાની રીત.
( જુઓ પૃષ્ઠ ૨૭-૨૮ )




આકૃતિ સંખ્યાંક ૨.
મર્યાદાની પદ્ધતિએ પરવલીય આકૃતિના ક્ષેત્રફળની કિંમત કાઢવાની આર્કીમીડિઝની પદ્ધતિ. ( જુઓ પૃષ્ઠ ૨૯ )



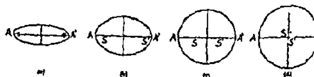




આકૃતિ સખ્યાંક ૪.
આર્કમીડિઝનો સ્ક્રુ અથવા પેચ ( જુઓ પૃષ્ઠ ૩૪ )




આકૃતિ સખ્યાંક ૫
ગ્રહોની ગતિ બાબત ટૉલેમીનો વાદ, Earth=પૃથ્વી; C ચક્ર
The Deferent પ્રદક્ષિણમાર્ગ ( જુઓ પૃષ્ઠ ૬૯ )




આકૃતિ સખ્યાંક ૬.
કેપ્લરનો સ્વતન્ત્રનો સિદ્ધાંત. વર્તુળ, એ દીર્ઘ વર્તુળનો ખાસ પ્રકા
( જુઓ પૃષ્ઠ ૮૪ )

શ્રી સયાજી–સાહિત્યમાલામાં પ્રસિદ્ધ થયેલાં

# "વિજ્ઞાન" સંબંધી પુસ્તકો.

]

ભૂપૃષ્ઠવિચાર:—કલ્યાણરાય નથુભાઇ જોશી બી. એ., Herbertson's Physiographyનો ગુજરાતી અનુવાદ (૧૯૧૭-૨૪) ૦–૧૨–૦

૨) વિજ્ઞાનપ્રવેશિકા:—પ્રો. છોટાલાલ બાળકૃષ્ણ પુરાણીક, એમ. એ, "The Foundations of Science" નો ગુજરાતી અનુવાદ (૧૯૧૮) ૦–૧૧–૦

૭) ઉદ્‌ભિજ્જવિદ્યાનું રેખાદર્શન:—લલિતાપ્રસાદ શ્રીપ્રસાદ દવે, બી. એ; બી. એસસી.; એલએલ. બી. Sope કૃત "Botany–The Modern Study of Plants"નો ગુજરાતી અનુવાદ (૧૯૧૮) ૧–૦–૦

૩) વિદ્યુત્:—સ્વર્ગસ્થ પ્રો. હસમનરામ કર્પૂરરામ મહેતા, એમ. એ., બી. એસસી. (ગુજરાતી) (૧૯૨૩) ૧–૪–૦

૧૦) રસાયન પ્રવેશિકા:—લલિતાપ્રસાદ શ્રીપ્રસાદ દવે, બી.એ., બી. એસસી. એલએલ. બી., (ગુજરાતી) (૧૯૨૧) ૧–૨–૦

૧) યાન્ત્રિક પ્રદીપ:—સખારામ વિનાયક આપટે, એમ. એ., બી. એસસી. (મરાઠી) (૧૯૨૪) ૨–૬–૦

૧૭) સૂર્ય:—બળવંતરાય હરિલાલ વોરા બી. એસસી., (ગુજરાતી) (૧૯૨૭) ૦–૧૨–૦

૧૪) નૌકાબળ:—મહેશ નટવરરાય મહેતા, બી. એસસી, Achribald Hurd કૃત "Sea Power" નો ગુજરાતી અનુવાદ (૧૯૨૮) ૦–૧૧–૦

૫૪) તરવાની કળા—શ્રીકાન્ત મુકુંદરામ મહેતા, બી. એ: એલએલ. બી., (૧૯૨૯) ૦–૭–૦

૧૦ (૧૫૮) ભૂરચના —મોતીલાલ ઉત્તમરામ અલમૌલા બી. એ બી એસસી ડૉ. બોનીના અંગ્રેજી પુસ્તક ઉપરથી.(૧૯૨૯) ૦-૧૧-૦
૧૧ (૧૬૧) માટીનો પ્રાકૃતિક ઇતિહાસ —કેશરલાલ નાનાલાલ દીક્ષિત બી એસસી, 'Story of Clay' નો (ગુજરાતી અનુવાદ) (૧૯૨૯) ૦-૧૩-૦
૧૨ (૧૭૧) ફળઝાડનો બગીચો —માર્તંડ શિવભદ્ર પંડ્યા બી એજી ગોડબોલેને કૃત મરાઠી પુસ્તકનો અનુવાદ (૧૯૨૯) ૦-૧૨-૦
૧૩ (૧૭૨) તારાશાસ્ત્ર —ઉછરંગરાય મણિશંકર હાથી બી એ, ચેમ્બર્સ કૃત 'The Stars' નો અનુવાદ (૧૯૨૯) ૦-૧૨-૦
૧૪ (૧૮૮) ભૂત અને વર્તમાન ઉદ્‌ભિજ્જ સૃષ્ટિઓનો સબંધ - લલિતાપ્રસાદ શ્રીપ્રસાદ દવે, બી એ એલએલ બી, બી એસસી, (ગુજરાતી) ( ૧૯૩૦ ) ૦-૧૧-૦
૧૫ (૨૦૯) કુદરતનુ અવલોકન —વનસ્પતિવિચાર અને પ્રાણિજ્ઞાન ગ. માર્તંડ શિવભદ્ર પંડ્યા, બી. એજી (૧૯૩૩) ૧-૦-૦
૧૬ (૨૧૫) વિદ્યુત—પ્રો નારાયણ હરીભાવ આપટે, એમ. એ બી એસસી (મરાઠી) (૧૯૩૩) ૧-૪-૦
૧૭ (૨૨૨) ઉદ્‌ભિજ્જોની ઉત્ક્રાંતિ —લલિતાપ્રસાદ શ્રીપ્રસાદ દવે (૧૯૩૩) ૧-૪-૦
૧૮ (૨૫૦) પુનર્જન્મ વિરુદ્ધ પુનર્જનન —એમ જી ભાતેર બી.એજી (મરાઠી) (૧૯૩૩) ૨-૮-૦
૧૯ (૨૫૪) વિજ્ઞાનના વિધાયકો —પ્રો છોટાલાલ બાલકૃષ્ણ પુરાણી એમ એ (જય બી. હાર્ટ કૃત Makers of Modern Science ઉપરથી) (૧૯૩૮) ૧-૧૨-૦